

明 細 書

画像表示装置における補正データ取得方法およびキャリブレーションシステム

技術分野

- [0001] 本発明は、画像表示装置における補正データ取得方法およびキャリブレーションシステムに関するものである。

背景技術

- [0002] 画像表示装置として、例えば、複数台のプロジェクタによりスクリーン上に一つの画像を合成して投影表示するマルチプロジェクションシステムが知られている。このようなマルチプロジェクションシステムでは、複数台のプロジェクタから投影された各画像間の繋ぎ目が目立たないようにする等の対策を講じる必要がある。
- [0003] そこで、本出願人は、例えば、特開2002-72359号公報や特開2002-116500号公報において、スクリーン上にキャリブレーション用の画像を投影し、それをデジタルカメラ等の撮影手段で撮影して、得られた撮影データに基づいて各種の補正を行うようにした画像表示装置を既に提案している。
- [0004] ところで、プロジェクタを用いる場合、赤(R)、緑(G)および青(B)の各原色の信号レベルがゼロであるオフセット光による黒レベル画像は、画面内の輝度が均一ではなく、色むらを生じるため、この黒レベルの補正(オフセット補正)を行う必要がある。
- [0005] しかしながら、上記の特開2002-72359号公報や特開2002-116500号公報において提案した画像表示装置では、RGBの各原色を分離することなく、キャリブレーション用画像を撮影しているため、黒レベル画像の色成分を検出することができない。このため、暗い画像を表示した場合には、プロジェクタ内(面内)あるいはプロジェクタ間(面間)に色むらが生じて、表示品質の劣化を招くことが懸念される。
- [0006] そこで、本出願人は、このようなプロジェクタのオフセット光における色むらを補正するため、例えば特願2002-160475号において、キャリブレーションカメラにプロジェクタの各原色に対応するフィルタを装着して、オフセット光の各原色の輝度分布を検出し、その輝度分布に基づいてオフセット光の色むらを補正するためのオフセット補

正データを取得するようにしたマルチプロジェクションシステムを提案している。

- [0007] ところが、本発明者による実験検討によると、上記のマルチプロジェクションシステムによれば、面内および面間の色むらを低減でき、表示品質の優れた画像を表示することができるが、他方では、以下に説明するような改良すべき点があることが判明した。
- [0008] すなわち、上記のマルチプロジェクションシステムでは、オフセット光の各原色の輝度分布を検出するため、キャリブレーションカメラに装着するプロジェクタの各原色に対応するフィルタとして、他の原色成分の光を通さない狭帯域のフィルタを用いている。このため、フィルタの作成が困難となってコストアップを招くことが懸念されると共に、キャリブレーションカメラによりキャリブレーション用画像を撮影する際の光量が極端に少なくなって、露光時間が長くなることが懸念される。
- [0009] また、プロジェクタの変更によって、各原色のスペクトル特性が変化すると、以前使用したフィルタでは各原色の光を完全に分離することができなくなって、色むらの補正精度が低下することが懸念される。なお、この対策として、プロジェクタの各原色のスペクトル特性に応じてフィルタを変更することが考えられるが、そのためには帯域の異なる多数のフィルタを用意する必要があるため、よりコストアップを招くことになる。共に、フィルタを変更しても狭帯域であるため、やはり露光時間が長くなることになる。
- [0010] 上記の懸念事項は、画像表示装置が一つのプロジェクタを有する場合、CRTディスプレイを有する場合、液晶ディスプレイを有する場合、あるいはLEDディスプレイを有する場合において、オフセット光における色むらを補正する場合にも同様に生じるものである。
- [0011] したがって、かかる点に鑑みてなされた本発明の第1の目的は、コストアップを招くことなく、キャリブレーションの際の露光時間を短くでき、しかも画像表示装置の各原色のスペクトル特性変化にも対応できて、色むらを高精度に補正できる画像表示装置における補正データ取得方法を提供することにある。
- [0012] さらに、本発明の第2の目的は、上記の画像表示装置における補正データ取得方法を簡単な構成で実施できるキャリブレーションシステムを提供することにある。

発明の開示

[0013] 上記第1の目的を達成する請求項1に係る画像表示装置における補正データ取得方法の発明は、

複数の原色により画像を表示する画像表示装置の画像表示部に黒信号レベルによるオフセット画像を表示する工程と、

上記オフセット画像を上記複数の原色にそれぞれ対応するバンドのフィルタを切り替えながら順次撮影してマルチバンドのオフセット撮影データを得る工程と、

上記画像表示部に原色毎に任意の信号レベルによる原色像を順次表示する工程と、

上記原色像の各々を上記複数の原色にそれぞれ対応するバンドのフィルタを切り替えながら順次撮影してマルチバンドの原色撮影データを得る工程と、

上記画像表示部に原色毎に入力信号レベルを順次変化させた階調画像を表示する工程と、

上記原色毎の階調画像を順次撮影して原色階調撮影データを得る工程と、

上記マルチバンドのオフセット撮影データ、上記マルチバンドの原色撮影データ、および上記原色階調撮影データに基づいてオフセット補正データを算出する工程と

、
を有することを特徴とするものである。

[0014] 請求項1の発明によると、画像表示部の原色に対応するマルチバンドのオフセット撮影データ、マルチバンドの原色撮影データ、および原色階調撮影データに基づいてオフセット補正データを算出するので、画像表示部の原色に対応する各バンドのフィルタの透過波長帯域を広くすることが可能となる。したがって、コストアップを招くことなく、キャリブレーションの際の露光時間を短くでき、しかも画像表示装置の各原色のスペクトル特性変化にも対応できて、色むらを高精度に補正することが可能となる。

[0015] 請求項2に係る画像表示装置における補正データ取得方法の発明は、

複数の原色により画像を表示する画像表示装置の画像表示部に黒信号レベルによるオフセット画像を表示する工程と、

上記オフセット画像を上記複数の原色にそれぞれ対応する各バンドのフィルタを経

て同時に撮影して、マルチバンドのオフセット撮影データを得る工程と、

上記画像表示部に原色毎に任意の信号レベルによる原色像を順次表示する工程と、

上記原色像の各々を上記複数の原色にそれぞれ対応する各バンドのフィルタを経て同時に撮影してマルチバンドの原色撮影データを得る工程と、

上記画像表示部にグレースケールの信号レベルによるグレースケール画像を順次表示する工程と、

上記グレースケール画像の順次の階調画像を上記複数の原色にそれぞれ対応する各バンドのフィルタを経て同時に撮影して原色階調撮影データを得る工程と、

上記マルチバンドのオフセット撮影データ、上記マルチバンドの原色撮影データ、および上記原色階調撮影データに基づいてオフセット補正データを算出する工程と、

を有することを特徴とするものである。

[0016] 請求項2の発明によると、請求項1と同様の作用効果が得られる他、マルチバンドのオフセット撮影データ、マルチバンドの原色撮影データ、および原色階調撮影データを、例えば安価なデジタルカメラを用いて簡単に得ることが可能になると共に、原色階調撮影データを得るにあたっては、全原色について単色で撮影する必要はなく、グレースケール画像を撮影することで、全原色の階調撮影データを得ることができるので、キャリブレーションの際の撮影回数を大幅に減少でき、キャリブレーションを短時間で行うことが可能となる。

[0017] 請求項3に係る発明は、請求項1または2に記載の画像表示装置における補正データ取得方法において、

上記マルチバンドのオフセット撮影データ、上記マルチバンドの原色撮影データ、および上記原色階調撮影データを得る撮影の際に、波長650nm〜780nm以上の撮影光を遮断することを特徴とするものである。

[0018] 請求項3の発明によると、キャリブレーションにおける画像の撮影の際に、不要な近赤外の撮影光がカットされるので、色むらの補正精度を高めることが可能となる。

[0019] 請求項4に係る発明は、請求項1、2または3に記載の画像表示装置における補正

データ取得方法において、

上記マルチバンドのオフセット撮影データ、上記マルチバンドの原色撮影データ、および上記原色階調撮影データを得る撮影の際に、波長400nm以下の撮影光を遮断することを特徴とするものである。

[0020] 請求項4の発明によると、キャリブレーションにおける画像の撮影の際に、不要な近紫外の撮影光がカットされるので、色むらの補正精度を高めることが可能となる。

[0021] 請求項5に係る発明は、請求項1〜4のいずれか一項に記載の画像表示装置における補正データ取得方法において、

上記画像表示部における上記複数の原色数が3以上であることを特徴とするものである。

[0022] 請求項5の発明によると、忠実な画像の色再現が可能となり、特に原色数が4以上の場合には、3原色では表示できなかった彩度の高い色も表示でき、より忠実な画像の色再現が可能になると共に、その色むらを補正することで、さらに画像全体で忠実な色再現を実現することが可能となる。

[0023] 請求項6に係る発明は、請求項1〜5のいずれか一項に記載の画像表示装置における補正データ取得方法において、

上記画像表示部は、複数台のプロジェクタにより一つの画像を投影表示することを特徴とするものである。

[0024] 請求項6の発明によると、高輝度・高精細な画像表示が可能になると共に、その色むらを補正することで、プロジェクタ間のつなぎ目を目立たなくすることが可能となる。

[0025] 請求項7に係る発明は、請求項1〜6のいずれか一項に記載の画像表示装置における補正データ取得方法において、

上記原色に対応するバンドのフィルタとして、対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過する分光透過率特性を有する原色毎に独立したフィルタを用いることを特徴とするものである。

[0026] 請求項7の発明によると、各バンドのフィルタとして、透過波長帯域の広いより安価なものをを用いることができるので、コストダウンが図れると共に、キャリブレーションの際の露光時間を短くしてS/Nの良好な撮影データを得ることができるので、色むらをよ

り高精度に補正することが可能となる。

[0027] 請求項8に係る発明は、請求項1に記載の画像表示装置における補正データ取得方法において、

上記原色に対応するバンドのフィルタを、各原色についてその発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過する分光透過率特性を有するように、分光透過率特性を電氣的に制御可能な一つのチューナブルフィルタを用いて得ることを特徴とするものである。

[0028] 請求項8の発明によると、一つのチューナブルフィルタにより、それぞれ透過波長帯域の広い各バンドのフィルタを得るので、キャリブレーション用のカメラの小型化が図れると共に、チューナブルフィルタの制御の簡略化が図れる。

[0029] 上記第2の目的を達成する請求項9に係る発明は、

複数の原色により画像を表示する画像表示部を備える画像表示装置のキャリブレーションシステムであって、

黒信号レベルによるオフセット画像、任意の信号レベルによる各原色像、および入力信号レベルを順次変化させた各原色階調画像のキャリブレーションパターンを、上記画像表示部に選択的に表示させるキャリブレーションパターン生成部と、

上記複数の原色にそれぞれ対応するバンドのフィルタおよびスルーの開口を有し、上記各バンドのフィルタは対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過する分光透過率特性を有し、上記各バンドのフィルタまたは上記スルーの開口を選択して、上記画像表示部に表示されるキャリブレーションパターンを撮影する画像撮影部と、

上記画像撮影部により、上記オフセット像を上記各バンドのフィルタを切り替えながら順次撮影して得られるマルチバンドのオフセット撮影データ、上記各原色像を上記各バンドのフィルタを切り替えながら順次撮影して得られるマルチバンドの原色撮影データ、および上記各原色階調画像を上記スルーの開口を経て順次撮影して得られる原色階調撮影データに基づいてオフセット補正データを算出する画像補正データ算出部と、

を有することを特徴とするものである。

[0030] 請求項9の発明によると、画像撮影部においては、原色に対応する各バンドのフィルタとして、対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過する分光透過率特性を有する透過波長帯域の広いフィルタを用い、画像補正データ算出部では、オフセット像を各バンドのフィルタを切り替えながら順次撮影して得たマルチバンドのオフセット撮影データと、各原色像を各バンドのフィルタを切り替えながら順次撮影して得たマルチバンドの原色撮影データと、各原色階調画像をスルーの開口を経て順次撮影して得た原色階調撮影データとに基づいてオフセット補正データを算出するので、上記の請求項1およびその従属項に係る補正データ取得方法を簡単かつ安価な構成で実施することが可能となる。

[0031] 請求項10に係る発明は、

複数の原色により画像を表示する画像表示部を備える画像表示装置のキャリブレーションシステムであって、

黒信号レベルによるオフセット画像、任意の信号レベルによる各原色像、および入力信号レベルを順次変化させたグレースケール画像のキャリブレーションパターンを、上記画像表示部に選択的に表示させるキャリブレーションパターン生成部と、

上記複数の原色にそれぞれ対応するバンドのフィルタを有し、上記各バンドのフィルタは対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過する分光透過率特性を有し、上記画像表示部に表示されるキャリブレーションパターンを上記各バンドのフィルタを経て同時に撮影して、各原色成分の撮影データを得る画像撮影部と、

上記画像撮影部により、上記オフセット像を撮影して得られるマルチバンドのオフセット撮影データ、上記各原色像を撮影して得られるマルチバンドの原色撮影データ、および上記各原色階調画像を撮影して得られるマルチバンドのグレースケール階調撮影データに基づいてオフセット補正データを算出する画像補正データ算出部と、

を有することを特徴とするものである。

[0032] 請求項10の発明によると、画像撮影部においては、原色に対応する各バンドのフィルタとして、対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過する分光透過率特性を有する透過波長帯域の広いフィルタを用いて、

キャリブレーションパターンの原色成分の撮影データを同時に得、画像補正データ算出部では、オフセット像を撮影して得たマルチバンドのオフセット撮影データと、各原色像を撮影して得たマルチバンドの原色撮影データと、各原色階調画像を撮影して得たマルチバンドのグレー階調撮影データとに基づいてオフセット補正データを算出するので、上記の請求項2およびその従属項に係る補正データ取得方法を簡単かつ安価な構成で実施することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]本発明の第1実施の形態に係る画像表示装置におけるキャリブレーションシステムの機能的構成を示すブロック図である。

[図2]同じく、具体的構成を説明するための図である。

[図3]図2に示したキャリブレーションカメラの一例の構成を模式的に示す図である。

[図4]図3に示す3バンドのフィルタの分光透過率特性を示す図である。

[図5]図1に示した画像補正データ算出部および画像変換部の構成を示すブロック図である。

[図6]図5に示したオフセット補正データ算出部およびガンマ補正データ算出部のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

[図7]第1実施の形態における画像表示部のオフセット光の輝度分布を示す図である。

[図8]同じく、オフセット光の輝度分布と目標オフセット輝度との関係を示す図である。

[図9]同じく、オフセット補正データ算出方法の全体の工程を示すフローチャートである。

[図10]図9に示したステップS1における階調画像の撮影処理の詳細な工程を示すフローチャートである。

[図11]同じく、ステップS2～ステップS4における各原色最大レベル画像とオフセット画像との撮影処理の詳細な工程を示すフローチャートである。

[図12]同じく、ステップS5におけるオフセット補正データ算出処理の詳細な工程を示すフローチャートである。

[図13]本発明の第2実施の形態に係るキャリブレーションシステムに用いるキャリブ

ーションカメラの構成を模式的に示すものである。

[図14]図13に示すIRカットフィルタおよびUVカットフィルタによる分光透過率特性を示す図である。

[図15]本発明の第3実施の形態を説明するための画像表示部の原色位置を示す色度座標である。

[図16]第3実施の形態で用いるキャリブレーションカメラにおける4バンドのフィルタの分光透過率特性を示す図である。

[図17]本発明の第4実施の形態におけるオフセット補正データ算出部およびガンマ補正データ算出部の構成を示すブロック図である。

[図18]第4実施の形態におけるオフセット補正データ算出方法の全体の工程を示すフローチャートである。

[図19]図18に示したステップS41におけるグレー階調画像の撮影処理の詳細な工程を示すフローチャートである。

[図20]本発明において使用可能なキャリブレーションカメラの変形例を示す図である。

[図21]本発明の変形例を示す図である。

[図22]同じく、変形例を示す図である。

[図23]同じく、変形例を示す図である。

[図24]同じく、変形例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0034] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

[0035] (第1実施の形態)

図1は、本発明の第1実施の形態に係る画像表示装置におけるキャリブレーションシステムの機能的構成を示すブロック図である。この画像表示装置は、複数台のプロジェクタによりスクリーン上に一つの画像を合成して投影表示するマルチプロジェクションシステムを構成するもので、通常のマルチプロジェクションシステムと同様の基本的な構成、すなわちシステム全体の制御を行う制御部11、スクリーン上に表示する画像を投影する画像表示部12、キャリブレーションパターン(キャリブレーション用画像

)を生成するキャリブレーションパターン生成部13、画像表示部12からスクリーン上に投影されたキャリブレーションパターンを撮影する画像撮影部14、撮影されたキャリブレーションパターンに基づいて各種画像補正データを算出する画像補正データ算出部15、算出された画像補正データを用いて入力画像データを補正して出力画像データを生成する画像変換部16を有している。

[0036] 図2は、本実施の形態に係るキャリブレーションシステムの具体的構成を説明するための図である。パーソナルコンピュータ(PC)21は、図1に示した制御部11、キャリブレーションパターン生成部13および画像補正データ算出部15の機能を備えたものであり、システム全体の制御を行う他、各種キャリブレーションパターンの生成機能、各種の演算機能を有している。このパーソナルコンピュータ21には、図1に示した画像変換部16および画像表示部12の一部の機能を有する補助装置22が接続されている。

[0037] プロジェクタ23a、23bおよび23cは、それぞれRGBの原色光によってカラー画像を投影するもので、図1に示した画像表示部12を構成している。プロジェクタ23a、23bおよび23cから投影される各画像は、画像間で繋ぎ目を有するように、すなわちオーバーラップするようにアーチ型のスクリーン24上に投影されて一つの画像として合成される。また、プロジェクタ23a、23bおよび23cからは、スクリーン24上に、通常の画像の他、キャリブレーション時にはキャリブレーションパターンが投影される。なお、本実施の形態では、3台のプロジェクタを横方向に配置しているが、プロジェクタの台数や配置の仕方は種々変更可能である。

[0038] キャリブレーションカメラ25は、図1に示した画像撮影部14に対応するもので、プロジェクタ23a、23bおよび23cからスクリーン24上に投影されたキャリブレーションパターンを撮影するものである。このキャリブレーションカメラ25から得られる撮影データは、パーソナルコンピュータ21に送られて、各種の画像補正データが算出される。

[0039] 図3は、図2に示したキャリブレーションカメラ25の一例の構成を模式的に示す図である。このキャリブレーションカメラ25は、CCD等からなる撮像部31、撮像部31に撮影画像を結像させるための撮影レンズ32、所定の特性を有する複数枚のフィルタ33を備えたフィルタターレット34、および図2のパーソナルコンピュータ21からの制御信

号を受けてフィルタターレット34を回転制御することで、所望のフィルタ33を撮影レンズ32の前方に位置決めするフィルタ制御部35を備えている。

[0040] 本実施の形態では、フィルタターレット34に、少なくとも、画像表示部12が投影表示するカラー画像の3原色であるR用、G用およびB用の3バンドのフィルタ33と、撮影光をそのまま撮影レンズ32に入射させるフィルタのないスルーの開口とを設ける。

[0041] また、各バンドのフィルタの分光透過率特性は、図4に示すように、画像表示部12の対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過するように設定する。

[0042] 図5は、図1に示した画像補正データ算出部15および画像変換部16の構成を示すブロック図である。画像補正データ算出部15は、画像表示部12の各プロジェクタから投影表示される画像間の位置関係を補正するためのデータを算出する幾何補正データ算出部41、各プロジェクタから投影表示される画像の色補正を行うためのデータを算出するマトリックスデータ算出部42、各プロジェクタから投影表示される画像のゲイン(輝度)を補正するためのデータを算出するゲイン補正データ算出部43、各プロジェクタから投影表示される画像の黒レベル(オフセットレベル)を補正するためのデータを算出するオフセット補正データ算出部44、および各プロジェクタから投影表示される画像のガンマ特性を補正するためのデータを算出するガンマ補正データ算出部45を有しており、画像撮影部14(キャリブレーションカメラ25)で撮影された画像の撮影データに基づいて各補正データの算出処理を行うようになっている。

[0043] 画像変換部16は、幾何補正部51、マトリックス補正部52、ゲイン補正部53、オフセット補正部54およびガンマ補正部55を有し、画像補正データ算出部15で算出された各補正データを用いて入力画像データ(入力画像信号)に対して各補正処理を行い、補正処理がなされた画像データを出力画像データ(出力画像信号)として出力するようになっている。

[0044] すなわち、幾何補正データ算出部41、マトリックスデータ算出部42、ゲイン補正データ算出部43、オフセット補正データ算出部44およびガンマ補正データ算出部45で算出された各補正データは、それぞれ幾何補正データ保存部51a、マトリックスデータ保存部52a、ゲイン補正データ保存部53a、オフセット補正データ保存部54aお

よびガンマ補正データ保存部55aに送られ、それらの補正データを用いて、幾何補正データ作用部51b、マトリックスデータ作用部52b、ゲイン補正データ作用部53b、オフセット補正データ作用部54bおよびガンマ補正データ作用部55bにより、入力画像データに対して補正処理が行われる。

[0045] 図6は、図5に示した画像補正データ算出部15におけるオフセット補正データ算出部44およびガンマ補正データ算出部45のさらに詳細な構成を示すブロック図である。

[0046] オフセット補正データ算出部44は、マルチバンドオフセット撮影データ格納部61、マルチバンド原色撮影データ格納部62、オフセット原色成分算出部63、目標オフセット輝度設定部64、およびオフセット補正データ演算部65を有している。

[0047] マルチバンドオフセット撮影データ格納部61には、画像表示部12にRGBの入力信号レベルをゼロ(黒レベル)としたキャリブレーションパターンの画像データを送信したときに表示されるオフセット画像を、RGBの各バンドのフィルタを通して撮影することにより得られるオフセット撮影データを格納し、マルチバンド原色撮影データ格納部62には、画像表示部12にRのみ、Gのみ、Bのみの入力信号レベルを最大レベルとしたキャリブレーションパターンの画像データを送信したときに表示される各原色画像を、RGBの各バンドのフィルタを通して撮影することにより得られる原色撮影データを格納する。

[0048] オフセット原色成分算出部63では、マルチバンドオフセット撮影データ格納部61に格納された各原色のオフセット撮影データと、マルチバンド原色撮影データ格納部62に格納された各原色の最大レベル信号時の撮影データとに基づいてオフセット画像の原色成分を算出し、その算出したオフセット画像の原色成分を、目標オフセット輝度設定部64およびオフセット補正データ演算部65に供給する。

[0049] 目標オフセット輝度設定部64では、オフセット原色成分算出部63で算出されたオフセット画像の原色成分に基づいて各原色の目標オフセット輝度を設定し、その設定された各原色の目標オフセット輝度をオフセット補正データ演算部65に供給する。

[0050] オフセット補正データ演算部65では、オフセット原色成分算出部63で算出されたオフセット画像の原色成分、目標オフセット輝度設定部64で設定された各原色の目

標オフセット輝度、およびガンマ補正データ算出部45の後述する原色階調撮影データ格納部71に格納された原色階調撮影データに基づいて、画像表示部12を構成する各プロジェクトの各原色のオフセット補正データを演算し、その結果を図5に示したオフセット補正部54のオフセット補正データ保存部54aに供給して格納する。

[0051] また、ガンマ補正データ算出部45は、原色階調撮影データ格納部71およびガンマ補正データ演算部72を有している。原色階調撮影データ格納部71には、画像表示部12の原色毎に入力信号レベルをゼロ(最小レベル)から最大レベルまで適宜変化したキャリブレーションパターンの画像データを送信したときに表示される各原色の階調画像を、フィルタなし(スルー)の状態で撮影することにより得られる原色階調撮影データを格納し、ガンマ補正データ演算部72では、原色階調撮影データ格納部71に格納された原色階調撮影データに基づいて、画像表示部12を構成する各プロジェクトの各原色のガンマ補正データを演算し、その結果を図5に示したガンマ補正部55のガンマ補正データ格納部55aに供給して格納する。

[0052] すなわち、本実施の形態では、オフセット原色成分算出部63において、例えば図7に示すようなオフセット画像のRGB原色成分の輝度分布を算出する。なお、図7において、横軸は各プロジェクトによって投影される画像の水平方向の座標を示しており、縦軸は輝度を示している。また、ここでは説明を簡単化するために、図2に示した3台のプロジェクト23a、23bおよび23cのうち、2台のプロジェクト(プロジェクトX、プロジェクトY)について示している。図7から明らかなように、オフセット画像の原色成分は、プロジェクト内(面内)およびプロジェクト間(面間)で異なっており、これがオフセット光の色むらとなって表われる。

[0053] そこで、目標オフセット輝度設定部64において、図8に示すように、オフセット画像の各原色成分の最大輝度レベルを、当該原色の目標オフセット輝度レベルとして設定する。また、オフセット補正データ演算部65においては、目標オフセット輝度設定部64で設定された各原色の目標オフセット輝度レベルと、オフセット原色成分算出部63で算出されたオフセット画像の対応する原色成分の各座標位置における輝度との差分を演算すると共に、原色階調撮影データ格納部71に格納されている各原色の階調撮影データに基づいてそのガンマ特性を算出して、上記の差分に対応する

信号レベルを算出し、その算出した信号レベルをオフセット補正データとして、オフセット補正データ保存部54aに格納する。これにより、オフセット補正データ作用部54bにおいて、入力画像データにオフセット補正データを加算することにより、投影範囲全体に亘ってRGBの輝度比を等しくして、プロジェクタ内およびプロジェクタ間におけるオフセット光の色むらを抑制する。

[0054] また、ガンマ補正データ演算部72では、原色階調撮影データ格納部71に格納された各原色の階調撮影データに基づいて、プロジェクタ毎の各原色のガンマ補正データを演算し、その算出したガンマ補正データをガンマ補正データ格納部55aに格納する。これにより、ガンマ補正データ作用部55bにおいて、プロジェクタ毎の各原色のガンマ特性が等しくなるように、入力画像データを補正する。なお、ガンマ補正データは、例えば入力信号レベルが8ビットの0〜255で表される場合には、その全ての信号レベルの撮影データを用いて算出したり、信号レベル0および255を含む任意の複数の信号レベルにおける撮影データを用いて算出したりすることができる。

[0055] 次に、本実施の形態によるオフセット補正データ算出方法について、図9〜図12に示すフローチャートを参照して、さらに詳細に説明する。

[0056] 図9は、オフセット補正データ算出方法の全体の工程を示すフローチャートである。まず、フィルタなし(スルー)の状態でキャリブレーションカメラ25により画像表示部12の各原色の階調画像を撮影する(ステップS1)。これにより得られる撮影データは、原色階調撮影データ保存部71に保存する。

[0057] 続いて、画像表示部12の原色に対応するキャリブレーションカメラ25のフィルタ種類(バンド) k ($k=1\sim M$ (本実施の形態の場合には、 $M=3$))を設定して(ステップS2)、 k バンド目のフィルタを通して各原色の最大レベル信号時の画像とオフセット画像とをキャリブレーションカメラ25で撮影する(ステップS3)。これにより得られる各原色の最大レベル信号時の撮影データは、マルチバンド原色撮影データ格納部62に格納し、オフセット画像の撮影データは、マルチバンドオフセット撮影データ格納部61に格納する。上記のステップS2およびステップS3を、画像表示部12の原色に対応するフィルタを切り替えて、 $k=M$ となる全てのバンドに対して実行する(ステップS4)。

- [0058] その後、ステップS1およびステップS3で得られた撮影データを用いてオフセット補正データを算出する(ステップS5)。
- [0059] 図10は、図9に示したステップS1における階調画像の撮影処理の詳細な工程を示すフローチャートである。先ず、キャリブレーションカメラ25のフィルタターレット33をスルーにセットする(ステップS11)。その後、画像表示部12の原色数 j ($j=1\sim M$ (本実施の形態の場合には、RGBで、 $M=3$))を設定し(ステップS12)、続いて原色の入力信号レベル i ($i=0\sim N$ (MAX))を設定して(ステップS13)、キャリブレーションパターン生成部13により j 番目の原色の入力信号レベル i による全面カラーパッチを生成して画像表示部12により投影表示し(ステップS14)、その表示された全面カラーパッチをキャリブレーションカメラ25で撮影する(ステップS15)。
- [0060] 上記のステップS13～S15を、 j 番目の原色について、入力信号レベル i を $0\sim N$ まで順次増加させて繰り返し(ステップS16)、さらにこの処理を $j=M$ 番目の原色まで繰り返し行う(ステップS17)。これにより、画像表示部12の各原色のガンマ特性が得られる。
- [0061] 図11は、図9に示したステップS2～ステップS4における各原色最大レベル画像とオフセット画像との撮影処理の詳細な工程を示すフローチャートである。先ず、キャリブレーションカメラ25に、画像表示部12の原色に対応する k バンド目のフィルタをセットし(ステップS21)、キャリブレーションパターン生成部13により黒(オフセット)画像を生成して画像表示部12により投影表示し(ステップS22)、その表示されたオフセット画像をキャリブレーションカメラ25で撮影する(ステップS23)。
- [0062] 続いて、画像表示部12の原色数 j ($j=1\sim M$ (RGBの場合は、 $M=3$))を設定して(ステップS24)、キャリブレーションパターン生成部13により j 番目の原色の入力信号レベル N (MAX)による全面カラーパッチを生成して画像表示部12により投影表示し(ステップS25)、その表示された原色画像をキャリブレーションカメラ25で撮影する(ステップS26)。
- [0063] このステップS24～S26を、 $j=M$ 番目の原色まで繰り返し行う(ステップS27)と共に、上記のステップS22～S27の処理を、ステップS21において画像表示部12の原色に対応するフィルタを切り替えながら $k=M$ となる全てのバンドに対して実行するこ

とにより、Rのキャリブレーション用画像に対する3バンドの各フィルタを通した三つの撮影データ、Gのキャリブレーション用画像に対する3バンドの各フィルタを通した三つの撮影データ、Bのキャリブレーション用画像に対する3バンドの各フィルタを通した三つの撮影データを得る。

[0064] 図12は、図9に示したステップS5におけるオフセット補正データ算出処理の詳細な工程を示すフローチャートである。先ず、マルチバンドオフセット撮影データ格納部61に格納されているオフセット画像の各バンドのフィルタを通した撮影データと、マルチバンド原色撮影データ格納部62に格納されている各バンドのフィルタを通した各原色の最大レベル信号時の撮影データとに基づいて、オフセット原色成分算出部63において黒(オフセット)の各原色成分を算出する(ステップS31)。

[0065] 以下、このステップS31におけるオフセットの原色成分算出方法について、更に詳細に説明する。

[0066] 本実施の形態では、画像表示部12の原色数がRGBの3原色となっているので、黒のオフセット光のスペクトル $O(\lambda)$ は、各原色光の漏れ光によって合成されていることになり、下記の(1)式のように表すことができる。

[0067] [数1]

$$O(\lambda) = w_R \cdot R(\lambda) + w_G \cdot G(\lambda) + w_B \cdot B(\lambda) \quad \cdots (1)$$

[0068] ここで、 $R(\lambda)$ 、 $G(\lambda)$ 、 $B(\lambda)$ は、各原色の任意の信号レベル(本実施の形態では最大信号レベル)による発光スペクトルを示しており、 w_R 、 w_G 、 w_B は、オフセット光における各原色の漏れ光の割合を示している。したがって、各原色の漏れ光の割合 w_R 、 w_G 、 w_B が、求めるべきオフセットの各原色成分となる。

[0069] このとき、 k バンド目のフィルタを通して撮影されたオフセット光の画像信号値 o_k ($k=1\sim 3$)は、フィルタの分光透過率 $f_k(\lambda)$ ($k=1\sim 3$)とすると、可視光範囲(波長380nm～780nm)において、下記の(2)式のように表すことができる。

[0070] [数2]

$$o_k = \int_{380}^{780} f_k(\lambda) O(\lambda) d\lambda \quad \cdots (2)$$

[0071] さらに、(1)式の関係式を用いると、

[数3]

$$o_k = \int_{380}^{780} f_k(\lambda) O(\lambda) d\lambda = w_R \int_{380}^{780} f_k(\lambda) R(\lambda) d\lambda + w_G \int_{380}^{780} f_k(\lambda) G(\lambda) d\lambda + w_B \int_{380}^{780} f_k(\lambda) B(\lambda) d\lambda \quad \dots (3)$$

のようになる。

[0072] また、kバンド目のフィルタにおいて各原色最大発光時の光を撮影したときの画像信号値をそれぞれ r_k 、 g_k 、 b_k 、($k=1\sim 3$)とすると、これらは、

[数4]

$$\begin{aligned} r_k &= \int_{380}^{780} f_k(\lambda) R(\lambda) d\lambda \\ g_k &= \int_{380}^{780} f_k(\lambda) G(\lambda) d\lambda \quad \dots (4) \\ b_k &= \int_{380}^{780} f_k(\lambda) B(\lambda) d\lambda \end{aligned}$$

と表せるから、上記(3)式は、上記(4)式を用いて、

[数5]

$$o_k = w_R \cdot r_k + w_G \cdot g_k + w_B \cdot b_k \quad \dots (5)$$

と表すことができる。

[0073] ここで、上記(5)式を $k=1\sim 3$ まで表して、行列表記すると、

[数6]

$$\begin{bmatrix} o_1 \\ o_2 \\ o_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 & g_1 & b_1 \\ r_2 & g_2 & b_2 \\ r_3 & g_3 & b_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_R \\ w_G \\ w_B \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

となる。

[0074] 上記(6)式から、オフセット光の各原色成分 w_R 、 w_G 、 w_B 、は、各フィルタを通して撮

影されたオフセット光の画像信号値 o_k ($k=1\sim 3$)および各原色の最大信号レベル時の撮影画像信号値 r_k 、 g_k 、 b_k 、($k=1\sim 3$)を用いて、下記の(7)式により求めることができる。

[0075] [数7]

$$\begin{bmatrix} w_R \\ w_G \\ w_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 & g_1 & b_1 \\ r_2 & g_2 & b_2 \\ r_3 & g_3 & b_3 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} o_1 \\ o_2 \\ o_3 \end{bmatrix} \quad \cdots (7)$$

ここで $[]^{-1}$ は逆行列を表す。

[0076] 図12において、ステップS31で上記の(7)式によりオフセット光の各原色成分を算出したら、次に、図8に示したように、目標オフセット輝度設定部64において、オフセット画像の各原色成分の最大輝度レベルを、当該原色の目標オフセット輝度レベルとして設定する(ステップS32)。

[0077] その後、プロジェクタの原色数 j ($j=1\sim M$ (RGBの場合は、 $M=3$))を設定して(ステップS33)、原色階調撮影データ格納部71に格納されている原色 j の階調撮影データに基づいて、オフセット補正データ演算部65において原色 j のガンマ特性を演算する(ステップS34)。

[0078] 上記のステップS33およびS34の処理を、 $j=M$ まで行って各原色のガンマ特性を算出したら(ステップS35)、次に、オフセット補正データ演算部65において、各原色の目標オフセット輝度レベルとオフセット画像の対応する原色成分の輝度との差分を演算して、その差分に対応する信号レベルをガンマ特性から算出し、その算出した信号レベルをオフセット補正データとして算出して(ステップS36)、そのオフセット補正データをオフセット補正データ保存部54aに保存する(ステップS37)。

[0079] 以上のように、本実施の形態によれば、オフセット画像における画像表示部12の原色成分を検出するために、キャリブレーションカメラ25に装着する各原色に対応するフィルタ33の分光透過率特性を、図4に示したように、対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色に対応するフィルタ33の分光透過率特性とオーバーラップするように広くしたので、各フィルタを簡単かつ安価に作成できると共に、キャリブレーションの際の露光時間を短くできる。

- [0080] また、画像表示部12の原色に対応するマルチバンドの原色撮影データを得るにあたって、各原色像として最大信号レベルの原色像を投影表示するようにしたので、S/Nの良好な原色撮影データを得ることができる。したがって、マルチバンドのオフセット撮影データとマルチバンドの原色撮影データとに基づいて、オフセット画像における原色成分を高精度で算出することができるので、そのオフセット原色成分に基づいてオフセット補正データを高精度で算出することができ、これにより面内および面間の色むらを高精度で補正でき、表示品質を向上することができる。
- [0081] さらに、画像表示部12の原色に対応する各フィルタ33の透過波長帯域が広いので、画像表示部12のプロジェクタの変更によって、プロジェクタの各原色のスペクトル特性が変化しても、同じ特性のフィルタを用いて、面内および面間の色むらを高精度で補正することができる。
- [0082] (第2実施の形態)
- ところで、第1実施の形態に示したキャリブレーションシステムにおいては、オフセット光に各原色光とは別に近赤外の漏れ光が含まれる場合がある。このような場合において、キャリブレーションカメラ25のフィルタ34が、近赤外にまたがる分光透過率特性を有していると、この近赤外の漏れ光と各原色成分の光とを正確に分離できないために、色むらの補正精度が劣化するおそれがある。
- [0083] 同様に、オフセット光には、各原色光とは別に近紫外の漏れ光が含まれる場合があり、このような場合に、キャリブレーションカメラ25のフィルタ34が、近紫外にまたがる分光透過率特性を有していると、この近紫外の漏れ光と各原色成分の光とを正確に分離できないために、色むらの補正精度が劣化するおそれがある。
- [0084] そこで、本発明の第2実施の形態においては、色むらの補正精度に対して有害光となる上記の近赤外および近紫外の撮影光を遮断する。
- [0085] 図13は、本発明の第2実施の形態に係るキャリブレーションシステムに用いるキャリブレーションカメラの構成を模式的に示すものである。このキャリブレーションカメラ25は、撮影部31と撮影レンズ32との間の撮影光路中に、近赤外光を遮断するIRカットフィルタ81および近紫外光を遮断するUVカットフィルタ82を設けたもので、その他の構成および作用は第1実施の形態と同様である。

[0086] IRカットフィルタ81は、波長650nm〜780nm以上、ここでは波長650nm以上の近赤外の撮影光を遮断するように構成し、UVカットフィルタ82は、例えば波長400nm以下の近紫外の撮影光を遮断するように構成して、これらIRカットフィルタ81およびUVカットフィルタ82により、図14に示すような分光透過率特性を得るようにする。

[0087] このように、キャリブレーションカメラ25を構成すれば、オフセット光の原色成分のみを検出できるので、色むらをより高精度で補正することができる。なお、波長650nm〜780nm以上の光および波長400nm以下の光は、人間の目の感度も極端に低いので、それらをカットして補正しても、色むらにはほとんど影響しない。

[0088] なお、第2実施の形態では、IRカットフィルタ81およびUVカットフィルタ82の双方を設けたが、オフセット光のスペクトルに応じて、いずれか一方のみを設けることもできる。

[0089] (第3実施の形態)

本発明の第3実施の形態においては、第1実施の形態あるいは第2実施の形態において、画像表示部12の原色数を4とする。4つの原色は、例えば図15に示す色度座標において原色1〜原色4のように設定する。

[0090] また、キャリブレーションカメラ25には、画像表示部12の原色数4に応じて、4バンドのフィルタを設ける。図16に示すように、各バンドのフィルタ1〜4の分光透過率特性は、上記実施の形態と同様に、画像表示部12の対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色に対応するフィルタの分光透過率特性とオーバーラップするように設定する。

[0091] このようにして、第1実施の形態で説明したと同様に、オフセット光の色むらを補正する。

[0092] 本実施の形態のように、画像表示部12の原色数を4とすれば、一般的なRGBの3原色では表示できなかった彩度の高い色をも表示できるので、より忠実な画像の色再現が可能になる。この画像表示装置において色むらを補正することにより、さらに画像全体で忠実な色再現を実現することができる。

[0093] (第4実施の形態)

本発明の第4実施の形態においては、上記の各実施の形態におけるキャリブレーション

ションシステムにおいて、画像撮影部14を、画像表示部12の原色に対応する色の撮影データを同時に出力するキャリブレーションカメラ、例えば画像表示部12の原色がRGBの場合には、RGBの各色の撮影データを同時に出力可能なデジタルカメラをもって構成する。なお、キャリブレーションカメラにおける各フィルタの分光透過率特性は、上述した実施の形態と同様に、画像表示部12の対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色に対応するフィルタの分光透過率特性とオーバーラップするように広くする。

[0094] また、キャリブレーションにおいて、原色階調撮影データを得る際には、画像表示部12からグレースケールのキャリブレーション用画像を順次投影表示し、その順次の階調画像をキャリブレーションカメラで撮影する。

[0095] したがって、本実施の形態に係るキャリブレーションシステムは、基本的には図6に示すガンマ補正データ算出部45の構成が異なり、その他の構成は第1実施の形態と同様であるので、以下、プロジェクトの原色をRGBの3原色として第1実施の形態と異なる部分について説明する。

[0096] 図17は、第4実施の形態におけるオフセット補正データ算出部44およびガンマ補正データ算出部45の構成を示すブロック図である。オフセット補正データ算出部44は、図6と同様に、マルチバンドオフセット撮影データ格納部61、マルチバンド原色撮影データ格納部62、オフセット原色成分算出部63、目標オフセット輝度設定部64、およびオフセット補正データ演算部65を有して構成する。

[0097] 本実施の形態では、キャリブレーションカメラからRGBの各色の撮影データが同時に得られるので、画像表示部12にRGBの入力信号レベルをゼロ(黒レベル)としたキャリブレーションパターンの画像データを送信したときに表示されるオフセット画像を撮影することにより得られるRGBのオフセット撮影データをマルチバンドオフセット撮影データ格納部61に同時に格納し、画像表示部12にRのみ、Gのみ、Bのみの入力信号レベルを最大レベルとしたキャリブレーションパターンの画像データを送信したときに表示される原色画像を撮影することにより得られるRGBの原色撮影データをマルチバンド原色撮影データ格納部62に同時に格納する。

[0098] オフセット原色成分算出部63および目標オフセット輝度設定部64は、第1実施の

形態と同様に、オフセット原色成分算出部63において、マルチバンドオフセット撮影データ格納部61に格納された各原色のオフセット撮影データと、マルチバンド原色撮影データ格納部62に格納された各原色の最大レベル信号時の撮影データとに基づいてオフセット画像の原色成分を算出し、目標オフセット輝度設定部64において、オフセット原色成分算出部63で算出されたオフセット画像の原色成分に基づいて各原色の目標オフセット輝度を設定する。

- [0099] オフセット補正データ演算部65では、オフセット原色成分算出部63で算出されたオフセット画像の原色成分、目標オフセット輝度設定部64で設定された各原色の目標オフセット輝度、およびガンマ補正データ算出部45の後述する原色階調撮影データ格納部93に格納された各原色の階調撮影データに基づいて、画像表示部12を構成する各プロジェクトの各原色のオフセット補正データを演算し、その結果を図5に示したオフセット補正部54のオフセット補正データ保存部54aに供給して格納する。
- [0100] また、ガンマ補正データ算出部45は、マルチバンドグレー階調撮影データ格納部91、原色階調撮影データ算出部92、原色階調撮影データ格納部93、およびガンマ補正データ演算部94を有して構成する。
- [0101] マルチバンドグレー階調撮影データ格納部91には、画像表示部12に各原色の入力信号レベルを所定の割合で順次変化させたキャリブレーションパターンの画像データを順次送信したときに表示されるグレースケールの各階調画像を撮影することにより得られる各原色の階調撮影データを同時に格納する。
- [0102] 原色階調撮影データ算出部92では、マルチバンドグレー階調撮影データ格納部91に格納されたグレーの階調撮影データと、マルチバンド原色撮影データ格納部62に格納された各原色の最大レベル信号時の撮影データとに基づいて、オフセット原色成分算出部63による演算処理と同様の演算処理を行って、キャリブレーションカメラにおける各フィルタの分光透過率特性のオーバーラップによる影響を除去した階調毎の各原色の撮影データを算出し、その算出した撮影データを原色階調撮影データ格納部93に格納する。
- [0103] ガンマ補正データ演算部94では、原色階調撮影データ格納部93に格納された各

原色の階調撮影データに基づいて、第1実施の形態と同様に、画像表示部12を構成する各プロジェクタの各原色のガンマ補正データを演算し、その算出したガンマ補正データを図5に示したガンマ補正部55のガンマ補正データ格納部55aに格納する。

- [0104] 次に、本実施の形態によるオフセット補正データ算出方法について、図18および図19に示すフローチャートを参照して説明する。
- [0105] 図18は、オフセット補正データ算出方法の全体の工程を示すフローチャートである。まず、画像表示部12によりグレーの階調画像を順次投影し、その像をキャリブレーションカメラにより撮影する(ステップS41)。これにより、グレーの階調毎に同時に得られる各原色の階調撮影データは、マルチバンドグレー階調撮影データ格納部91に格納する。
- [0106] 続いて、画像表示部12のRのみ、Gのみ、Bのみの信号レベルを最大レベルにしたときの投影画像と、RGBのそれぞれの信号レベルを同時に最小レベル(黒レベル)にしたときの撮影画像とをそれぞれキャリブレーションカメラにより撮影する(ステップS42)。これにより得られる各原色の最大レベル信号時の各バンドの撮影データはマルチバンド原色撮影データ格納部62に格納し、黒レベル信号時の各バンドの撮影データは、マルチバンドオフセット撮影データ格納部61に格納する。
- [0107] その後、ステップS41およびステップS42で得られた撮影データを用いてオフセット補正データを算出する(ステップS43)。
- [0108] 図19は、図18に示したステップS41におけるグレー階調画像の撮影処理の詳細な工程を示すフローチャートである。まず、画像表示部12の各原色の入力信号レベル i ($i=0\sim N(\text{MAX})$)を設定して(ステップS51)、キャリブレーションパターン生成部13により入力信号レベル i のグレー画像による全面カラーパッチを生成して画像表示部12により投影表示し(ステップS52)、その表示された全面カラーパッチをキャリブレーションカメラで撮影する(ステップS53)。上記のステップS51～S53を、入力信号レベル i を0～Nまで順次増加させて繰り返す(ステップS54)。
- [0109] 以上のように、本実施の形態においては、キャリブレーションカメラとして、画像表示部12の原色に対応する色の撮影データを同時に出力するキャリブレーションカメラ、

例えば画像表示部12の原色がRGBの場合には、RGBの各色の撮影データを同時に出力可能なデジタルカメラを用いるようにしたので、第1実施の形態と比較して、キャリブレーション用画像の撮影回数を大幅に減らすことができ、キャリブレーションを短時間で行うことができる。また、キャリブレーションカメラに設ける画像表示部12の原色に対応する各バンドのフィルタの透過波長帯域が、上述した実施の形態と同様に広いので、キャリブレーションカメラを簡単かつ安価にできる。

[0110] (変形例)

なお、本発明は上記実施の形態にのみ限定されるものではなく、幾多の変形または変更が可能である。例えば、第1実施の形態では、キャリブレーションカメラ25にフィルタターレット34を設け、このフィルタターレット34に画像表示部12の原色に対応する複数枚のフィルタ33およびスルーの開口を設けたが、フィルタターレット34の代わりに、図20に示すように、撮影レンズ32と撮像部31との間の光路中に、例えば液晶チューナブルフィルタからなるチューナブルフィルタ100を配置して、図2のパースナルコンピュータ21からの制御信号により、その分光透過率特性を、上記実施の形態と同様に、各原色についてその発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過するように電氣的に切り替えるようにすることもできる。このようにすれば、キャリブレーションカメラ25を小型化することができると共に、チューナブルフィルタ100の制御も簡単にできる。

[0111] また、上記実施の形態では、画像表示部12を、3つのプロジェクタ23a、23bおよび23cをもって構成したが、図21に示すように、一つのプロジェクタ23をもって構成したり、図22に示すように、原色数を増やすために原色の異なる2つのプロジェクタ23a、23bにより一つの画像を表示したり、立体画像を表示するために2つのプロジェクタにより視差を有する画像を表示したり、表示輝度を上げるために2つのプロジェクタにより同一画像を重ねて表示したりする場合にも、本発明を有効に適用することができる。

[0112] さらに、画像表示部12はプロジェクタに限らず、図23に示すように、デスクトップ型またはノート型の液晶あるいはデスクトップ型のCRTからなるディスプレイ101の場合や、図24に示すように、LEDディスプレイ102の場合にも、本発明を有効に適用する

ことができる。なお、図20～図24において、上述した実施の形態に示した構成要素と同様の作用をなす構成要素には、同一符号を付してある。

- [0113] また、上記実施の形態では、マルチバンドの原色撮影データを得るにあたって、各原色像として最大信号レベルの原色像を表示するようにしたが、最大信号レベルに限らず、各原色について任意の信号レベルの原色像を表示してマルチバンドの原色撮影データを得るようにすることもできる。さらに、図5において、ゲイン補正部53を省略して、ガンマ補正部55においてゲイン補正も行うようにすることもできる。

産業上の利用可能性

- [0114] 以上のように、本発明の画像表示装置における補正データ取得方法によれば、画像表示部の原色に対応するマルチバンドのオフセット撮影データ、マルチバンドの原色撮影データ、および原色階調撮影データに基づいてオフセット補正データを算出するので、画像表示部の原色に対応する各バンドのフィルタの透過波長帯域を広くすることができ、これによりコストアップを招くことなく、キャリブレーションの際の露光時間を短くでき、しかも画像表示装置の各原色のスペクトル特性変化にも対応できて、色むらを高精度に補正することができる。
- [0115] さらに、本発明の画像表示装置におけるキャリブレーションシステムによれば、画像撮影部においては、原色に対応する各バンドのフィルタとして、対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過する分光透過率特性を有する透過波長帯域の広いフィルタを用い、画像補正データ算出部では、画像撮影部で撮影して得たマルチバンドのオフセット撮影データと、マルチバンドの原色撮影データと、各原色の原色階調撮影データとに基づいてオフセット補正データを算出するので、本発明に係る補正データ取得方法を簡単かつ安価な構成で実施することができる。

請求の範囲

- [1] 複数の原色により画像を表示する画像表示装置の画像表示部に黒信号レベルによるオフセット画像を表示する工程と、
上記オフセット画像を上記複数の原色にそれぞれ対応するバンドのフィルタを切り替えながら順次撮影してマルチバンドのオフセット撮影データを得る工程と、
上記画像表示部に原色毎に任意の信号レベルによる原色像を順次表示する工程と、
上記原色像の各々を上記複数の原色にそれぞれ対応するバンドのフィルタを切り替えながら順次撮影してマルチバンドの原色撮影データを得る工程と、
上記画像表示部に原色毎に入力信号レベルを順次変化させた階調画像を表示する工程と、
上記原色毎の階調画像を順次撮影して原色階調撮影データを得る工程と、
上記マルチバンドのオフセット撮影データ、上記マルチバンドの原色撮影データ、および上記原色階調撮影データに基づいてオフセット補正データを算出する工程と、
を有することを特徴とする画像表示装置における補正データ取得方法。
- [2] 複数の原色により画像を表示する画像表示装置の画像表示部に黒信号レベルによるオフセット画像を表示する工程と、
上記オフセット画像を上記複数の原色にそれぞれ対応する各バンドのフィルタを経て同時に撮影して、マルチバンドのオフセット撮影データを得る工程と、
上記画像表示部に原色毎に任意の信号レベルによる原色像を順次表示する工程と、
上記原色像の各々を上記複数の原色にそれぞれ対応する各バンドのフィルタを経て同時に撮影してマルチバンドの原色撮影データを得る工程と、
上記画像表示部にグレースケールの信号レベルによるグレースケール画像を順次表示する工程と、
上記グレースケール画像の順次の階調画像を上記複数の原色にそれぞれ対応する各バンドのフィルタを経て同時に撮影して原色階調撮影データを得る工程と、

上記マルチバンドのオフセット撮影データ、上記マルチバンドの原色撮影データ、および上記原色階調撮影データに基づいてオフセット補正データを算出する工程と、

を有することを特徴とする画像表示装置における補正データ取得方法。

- [3] 上記マルチバンドのオフセット撮影データ、上記マルチバンドの原色撮影データ、および上記原色階調撮影データを得る撮影の際に、波長650nm〜780nm以上の撮影光を遮断することを特徴とする請求項1または2に記載の画像表示装置における補正データ取得方法。
- [4] 上記マルチバンドのオフセット撮影データ、上記マルチバンドの原色撮影データ、および上記原色階調撮影データを得る撮影の際に、波長400nm以下の撮影光を遮断することを特徴とする請求項1、2または3に記載の画像表示装置における補正データ取得方法。
- [5] 上記画像表示部における上記複数の原色数が3以上であることを特徴とする請求項1〜4のいずれか一項に記載の画像表示装置における補正データ取得方法。
- [6] 上記画像表示部は、複数台のプロジェクタにより一つの画像を投影表示することを特徴とする請求項1〜5のいずれか一項に記載の画像表示装置における補正データ取得方法。
- [7] 上記原色に対応するバンドのフィルタとして、対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過する分光透過率特性を有する原色毎に独立したフィルタを用いることを特徴とする請求項1〜6のいずれか一項に記載の画像表示装置における補正データ取得方法。
- [8] 上記原色に対応するバンドのフィルタを、各原色についてその発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過する分光透過率特性を有するように、分光透過率特性を電氣的に制御可能な一つのチューナブルフィルタを用いて得ることを特徴とする請求項1に記載の画像表示装置における補正データ取得方法。
- [9] 複数の原色により画像を表示する画像表示部を備える画像表示装置のキャリブレーションシステムであって、
黒信号レベルによるオフセット画像、任意の信号レベルによる各原色像、および入

力信号レベルを順次変化させた各原色階調画像のキャリブレーションパターンを、上記画像表示部に選択的に表示させるキャリブレーションパターン生成部と、

上記複数の原色にそれぞれ対応するバンドのフィルタおよびスルーの開口を有し、上記各バンドのフィルタは対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過する分光透過率特性を有し、上記各バンドのフィルタまたは上記スルーの開口を選択して、上記画像表示部に表示されるキャリブレーションパターンを撮影する画像撮影部と、

上記画像撮影部により、上記オフセット像を上記各バンドのフィルタを切り替えながら順次撮影して得られるマルチバンドのオフセット撮影データ、上記各原色像を上記各バンドのフィルタを切り替えながら順次撮影して得られるマルチバンドの原色撮影データ、および上記各原色階調画像を上記スルーの開口を経て順次撮影して得られる原色階調撮影データに基づいてオフセット補正データを算出する画像補正データ算出部と、

を有することを特徴とする画像表示装置におけるキャリブレーションシステム。

- [10] 複数の原色により画像を表示する画像表示部を備える画像表示装置のキャリブレーションシステムであって、

黒信号レベルによるオフセット画像、任意の信号レベルによる各原色像、および入力信号レベルを順次変化させたグレースケール画像のキャリブレーションパターンを、上記画像表示部に選択的に表示させるキャリブレーションパターン生成部と、

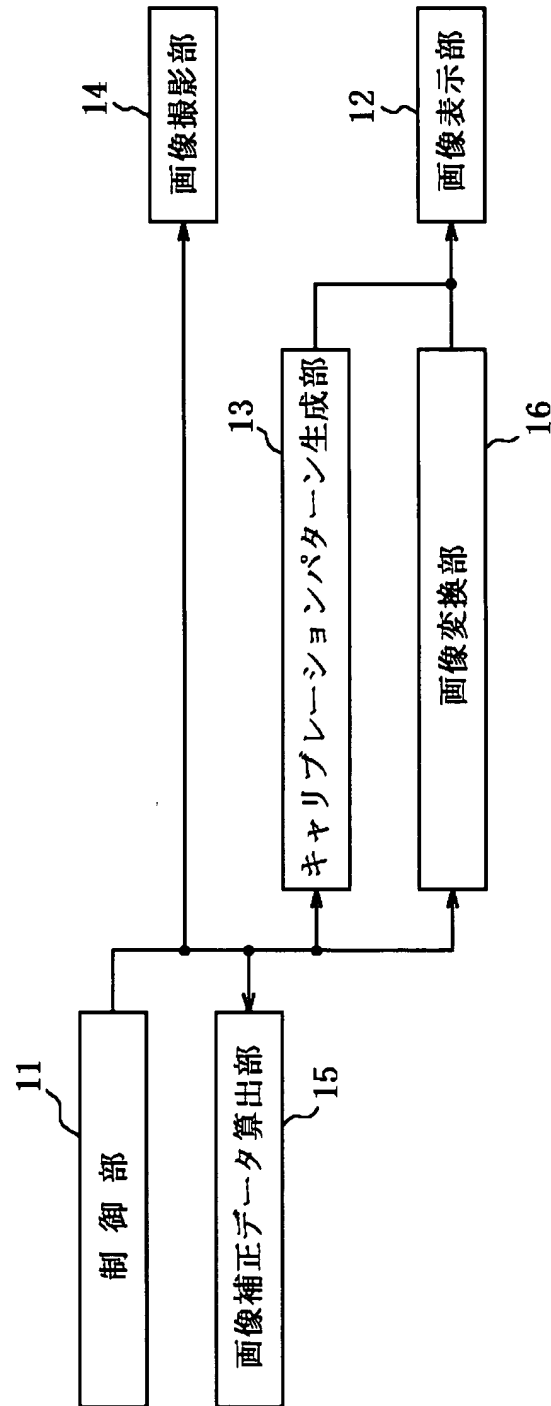
上記複数の原色にそれぞれ対応するバンドのフィルタを有し、上記各バンドのフィルタは対応する原色の発光帯域を透過し、かつ他の原色の発光帯域の少なくとも一部を透過する分光透過率特性を有し、上記画像表示部に表示されるキャリブレーションパターンを上記各バンドのフィルタを経て同時に撮影して、各原色成分の撮影データを取得する画像撮影部と、

上記画像撮影部により、上記オフセット像を撮影して得られるマルチバンドのオフセット撮影データ、上記各原色像を撮影して得られるマルチバンドの原色撮影データ、および上記各原色階調画像を撮影して得られるマルチバンドのグレー階調撮影データに基づいてオフセット補正データを算出する画像補正データ算出部と、

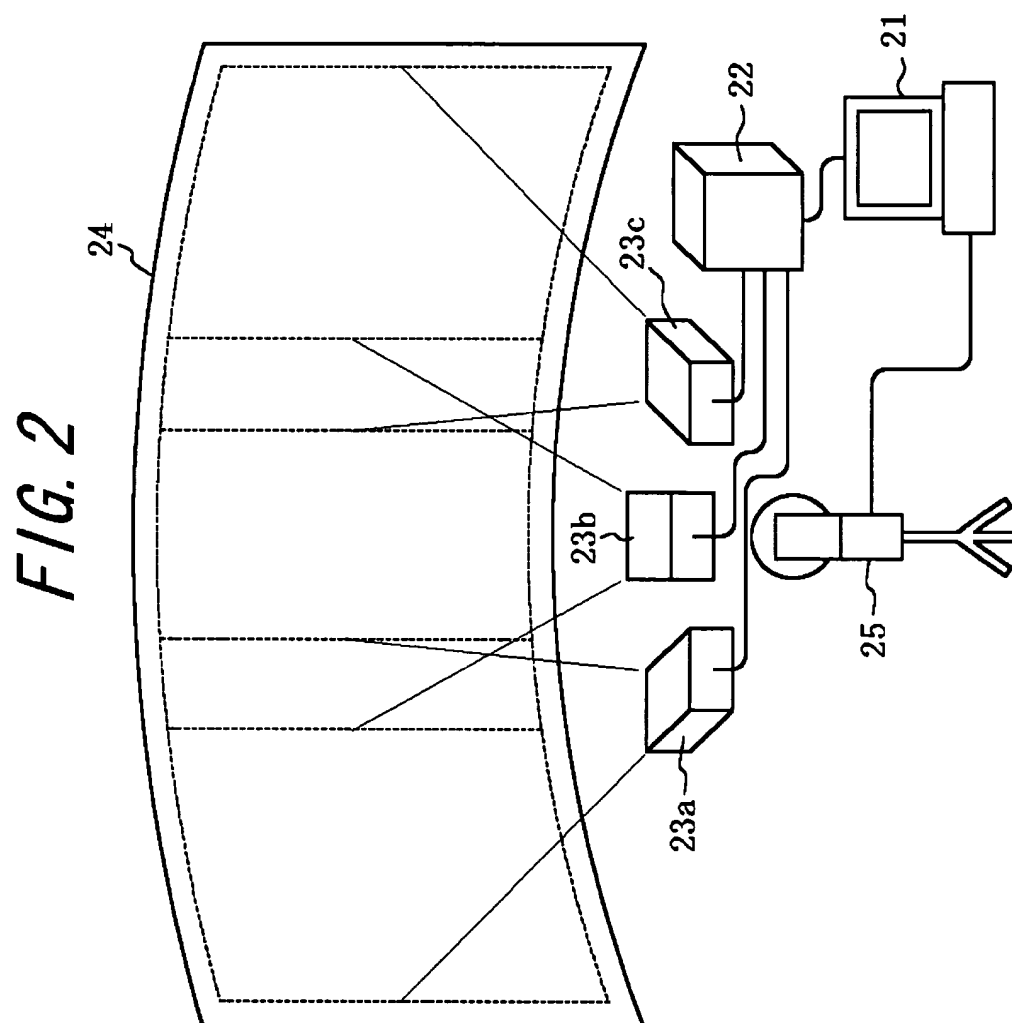
を有することを特徴とする画像表示装置におけるキャリブレーションシステム。

[図1]

FIG. 1

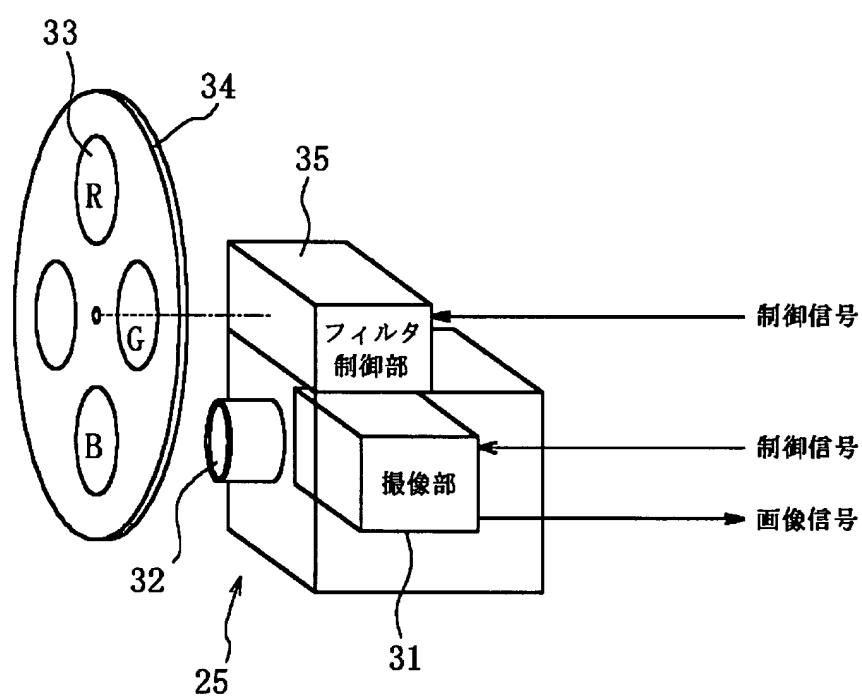


[図2]



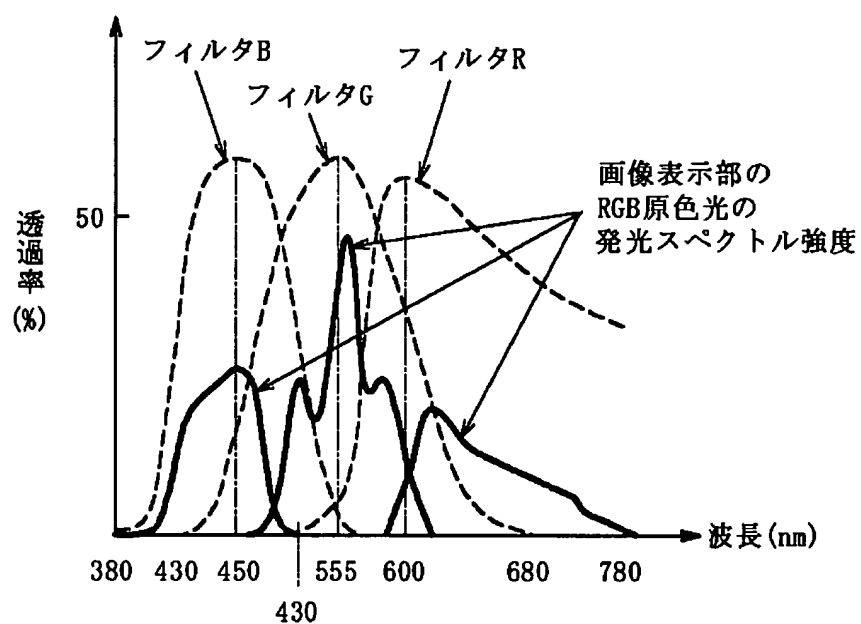
[図3]

FIG. 3



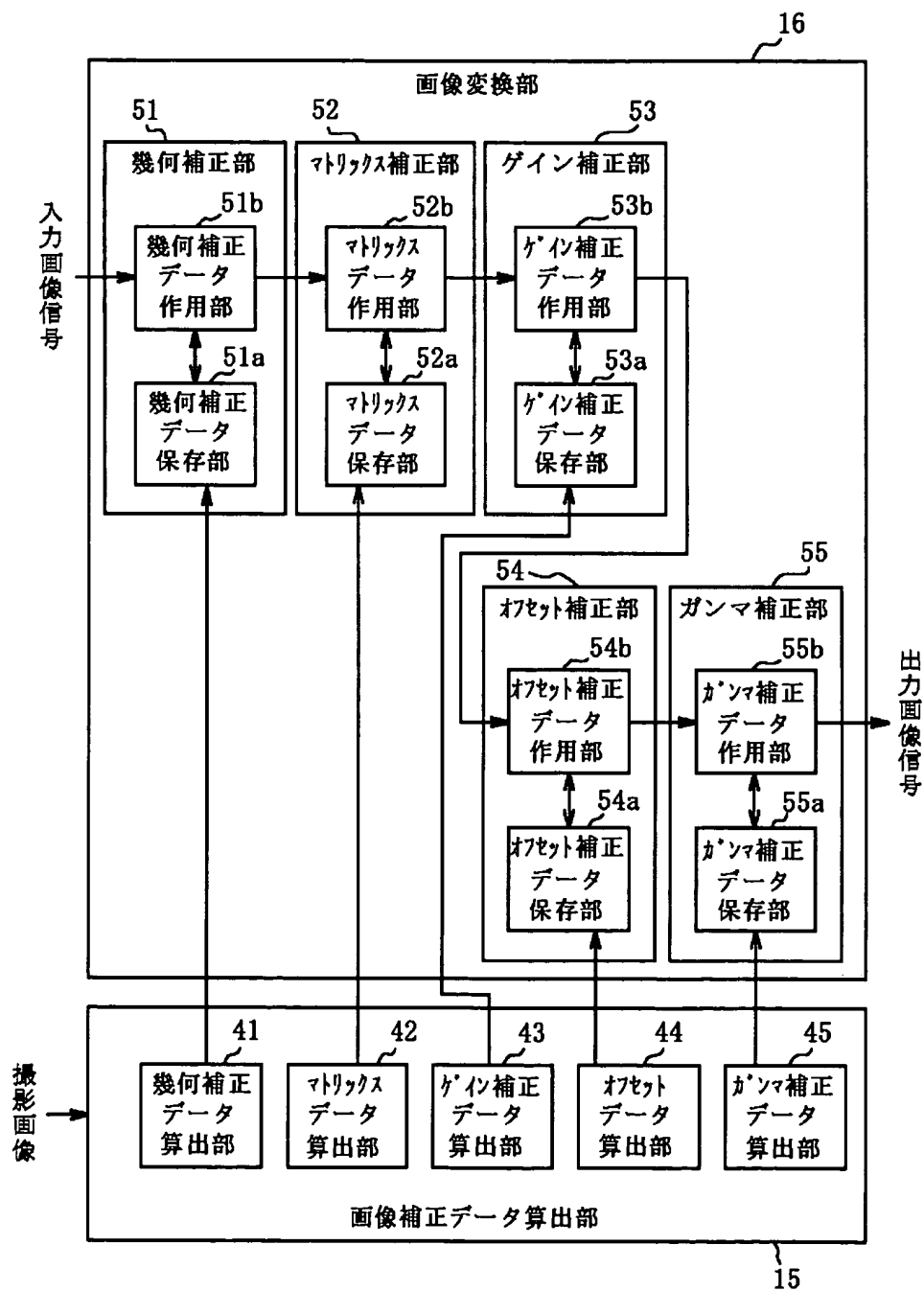
[図4]

FIG. 4



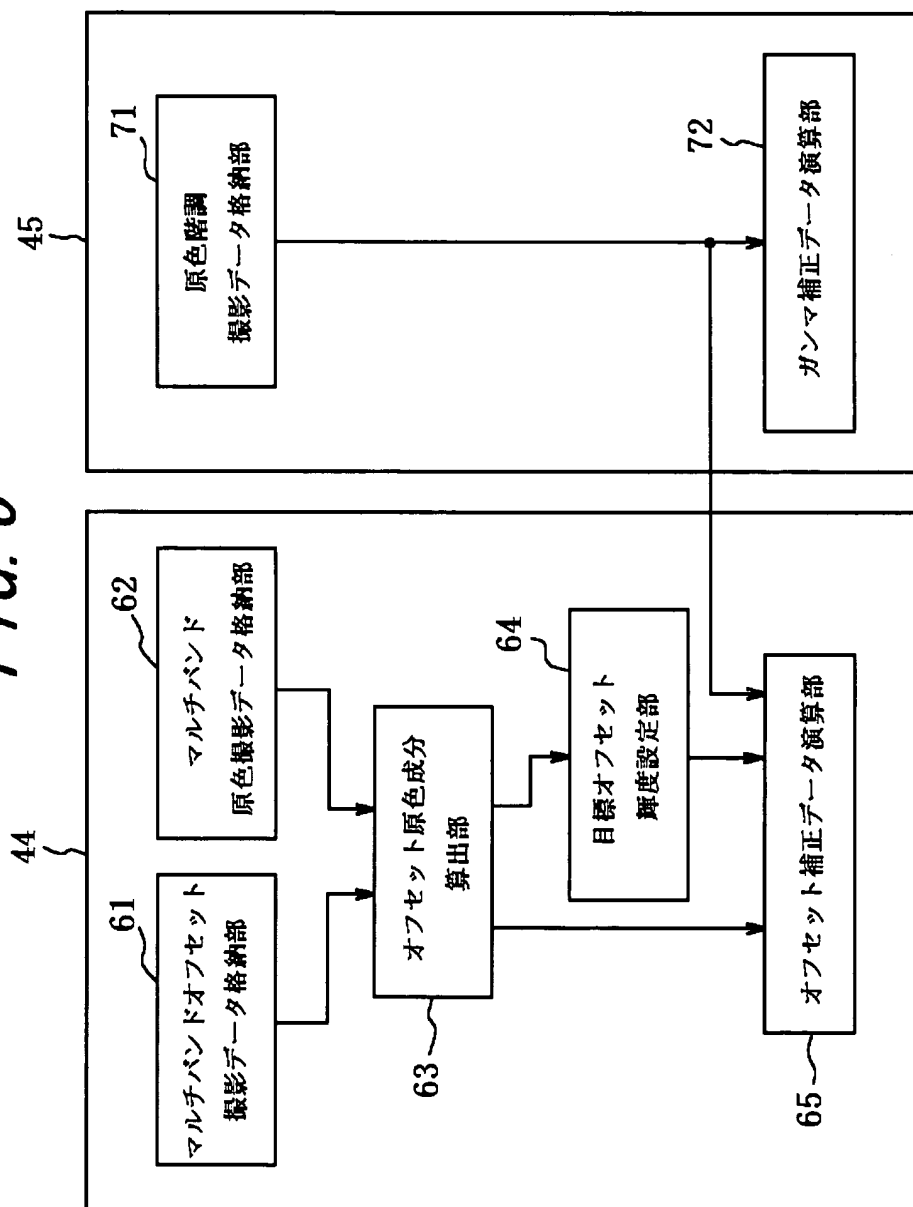
[図5]

FIG. 5



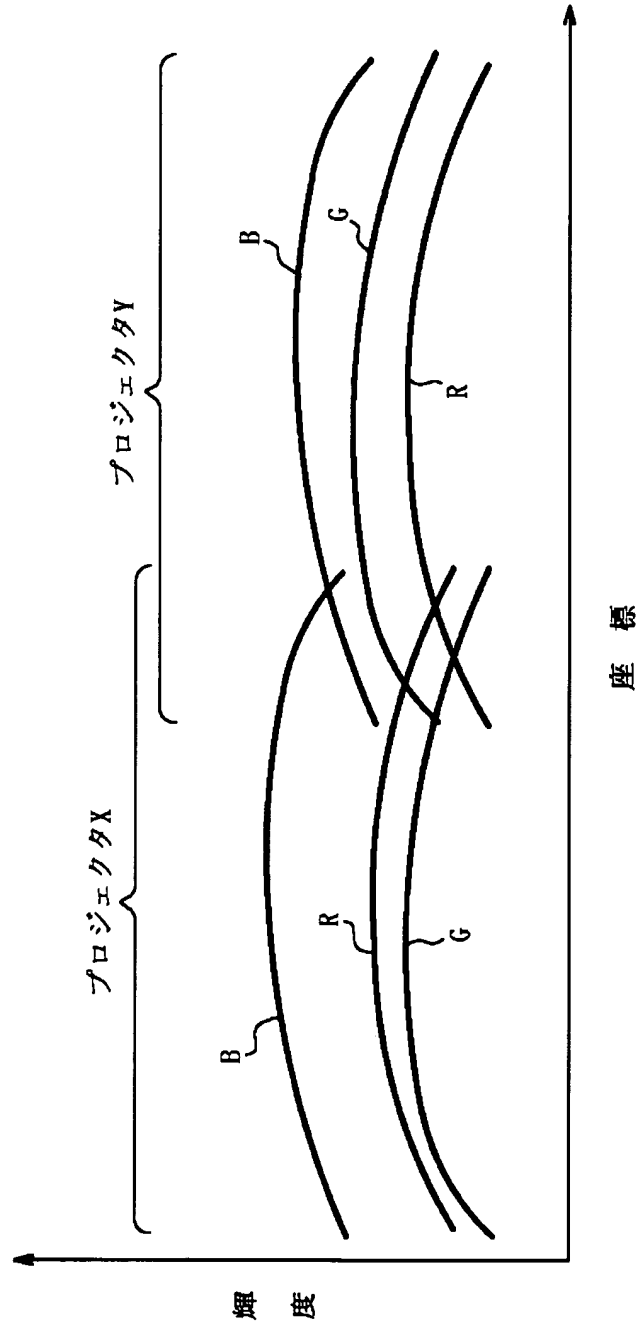
[図6]

FIG. 6



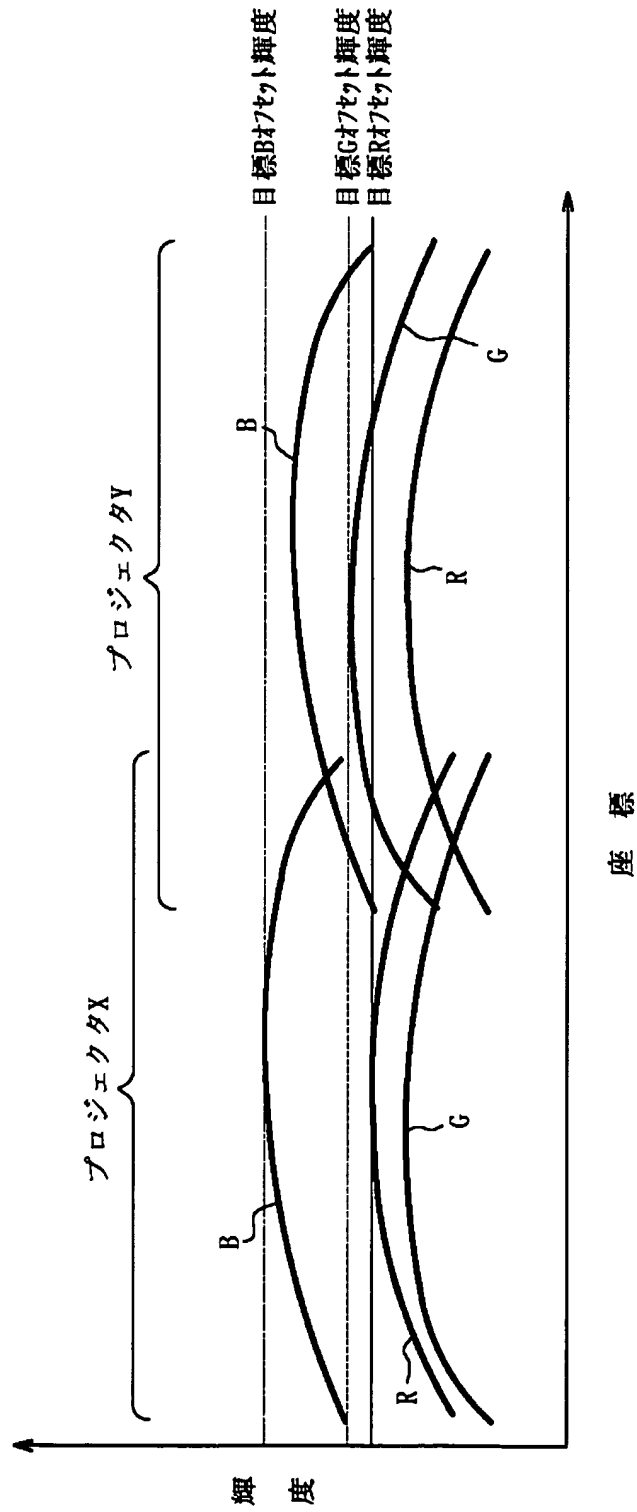
[図7]

FIG. 7



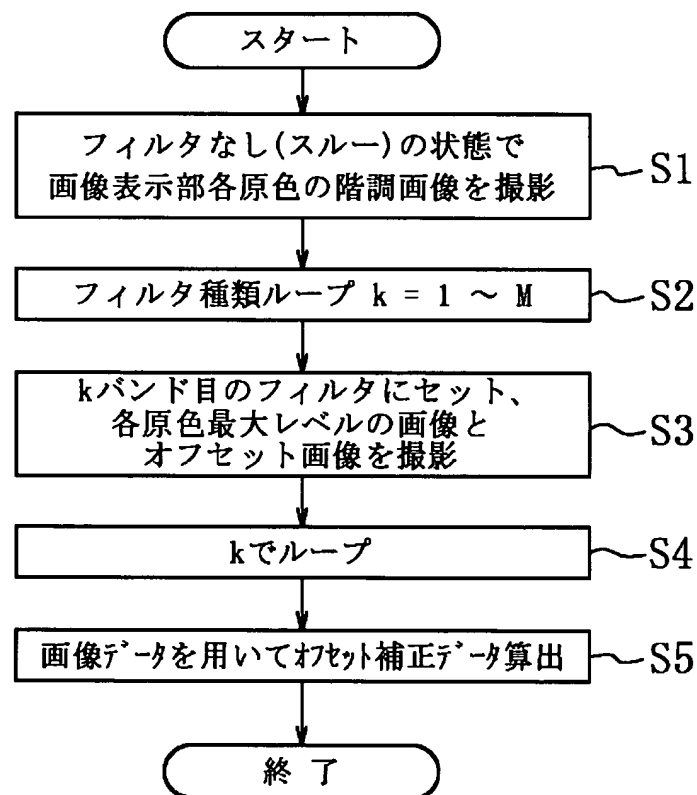
[図8]

FIG. 8



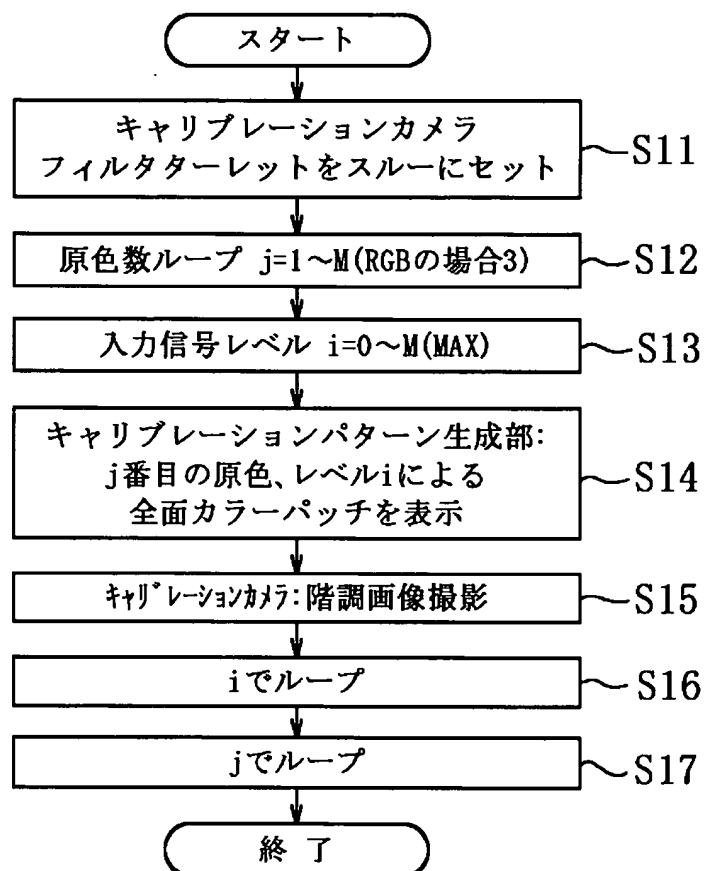
[図9]

FIG. 9



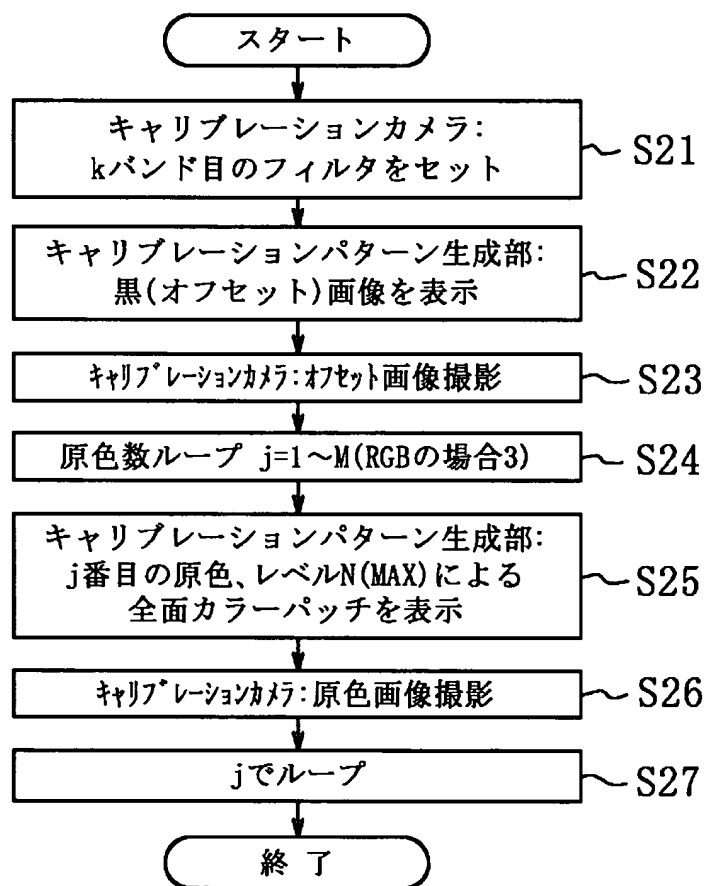
[図10]

FIG. 10



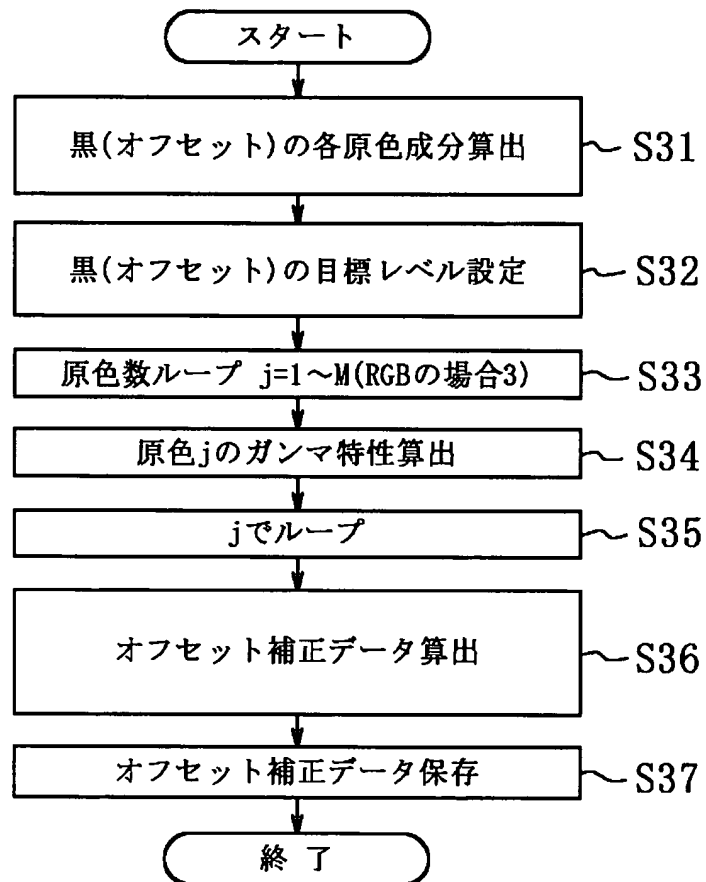
[図11]

FIG. 11



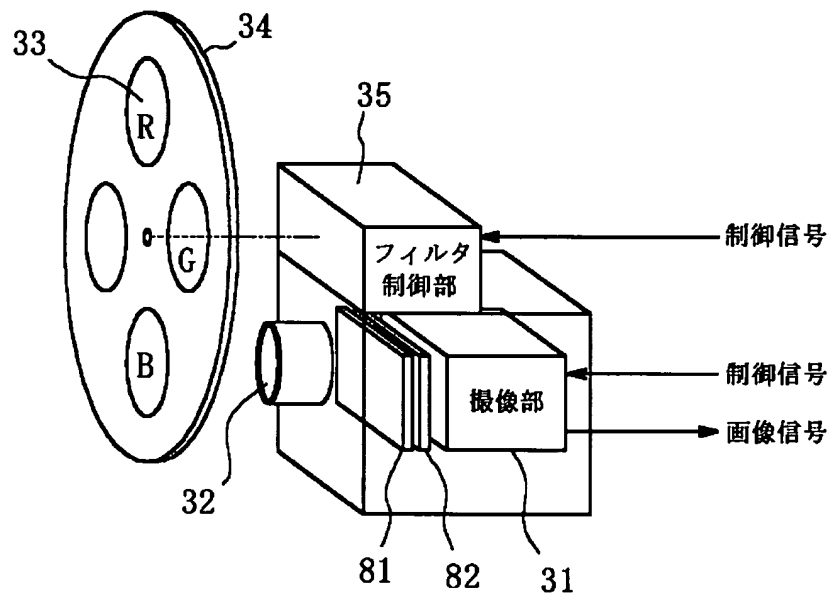
[図12]

FIG. 12



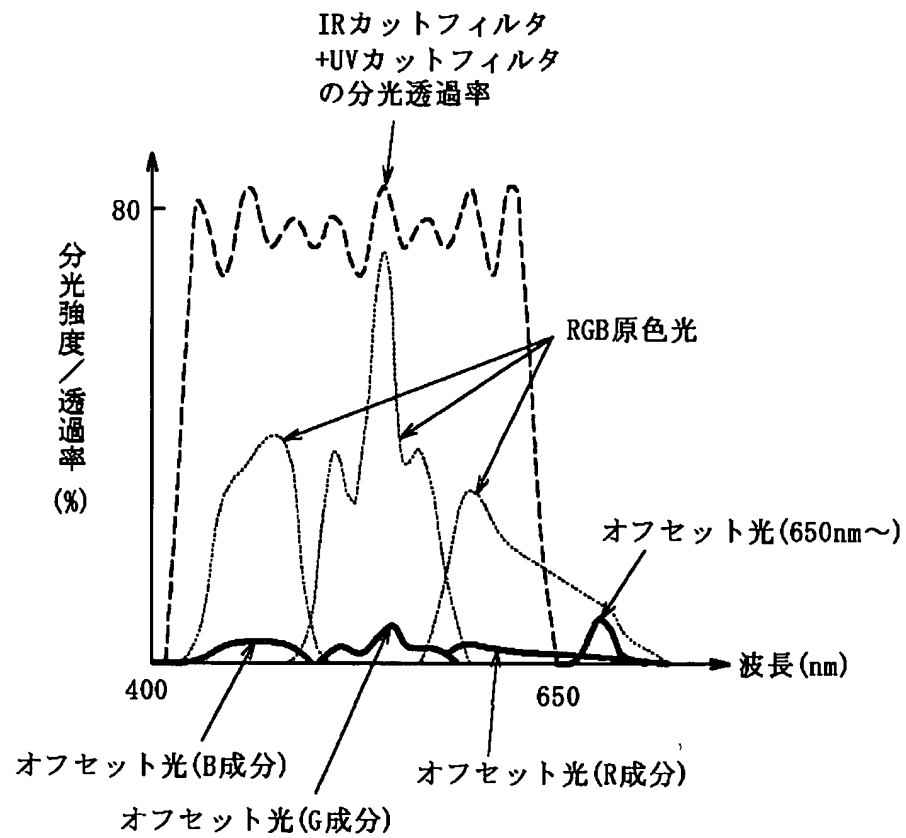
[図13]

FIG. 13



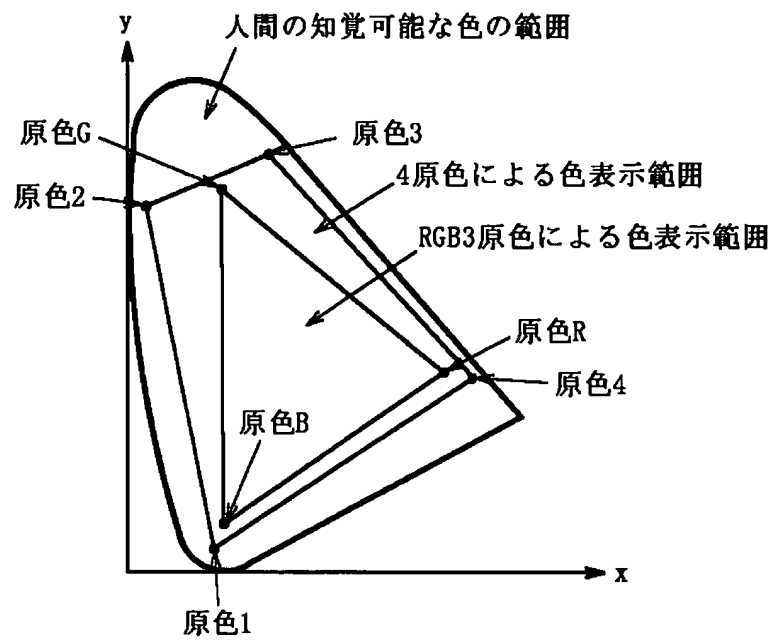
[図14]

FIG. 14



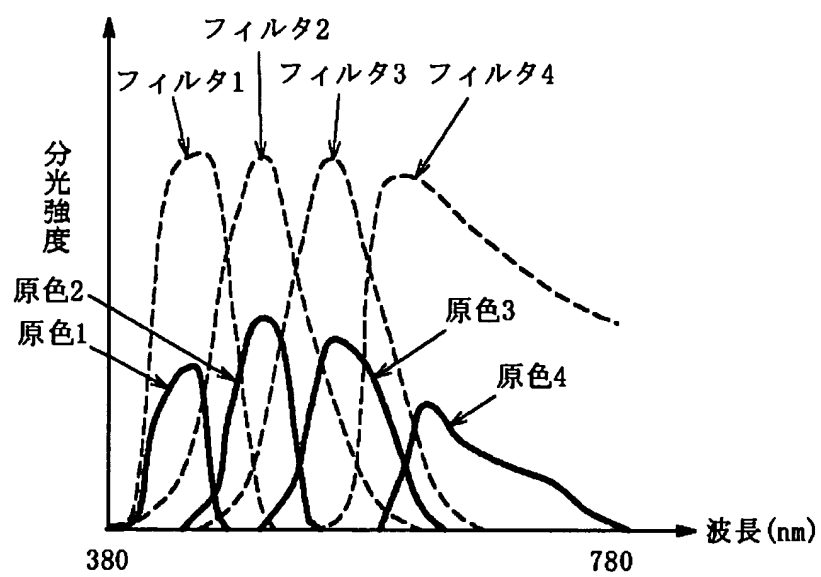
[図15]

FIG. 15



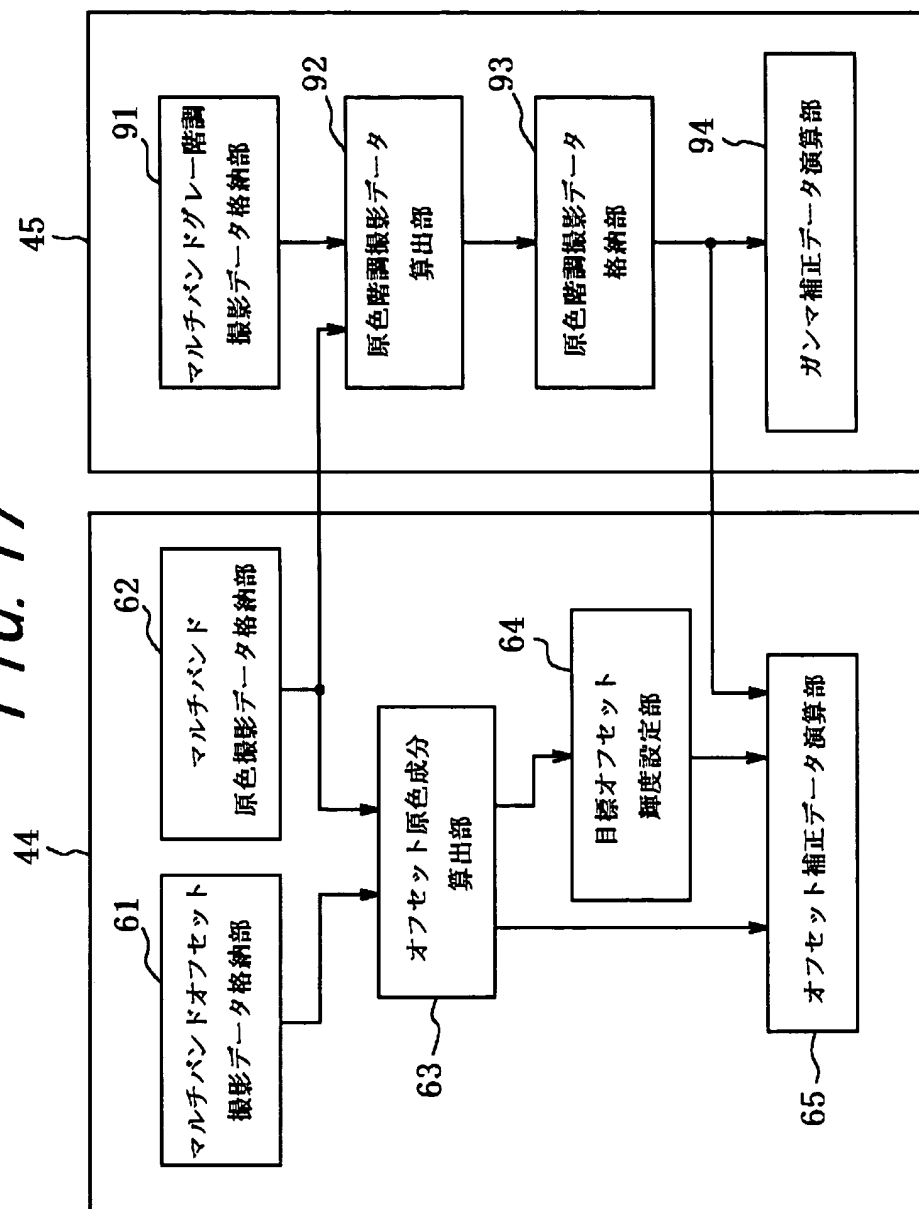
[図16]

FIG. 16



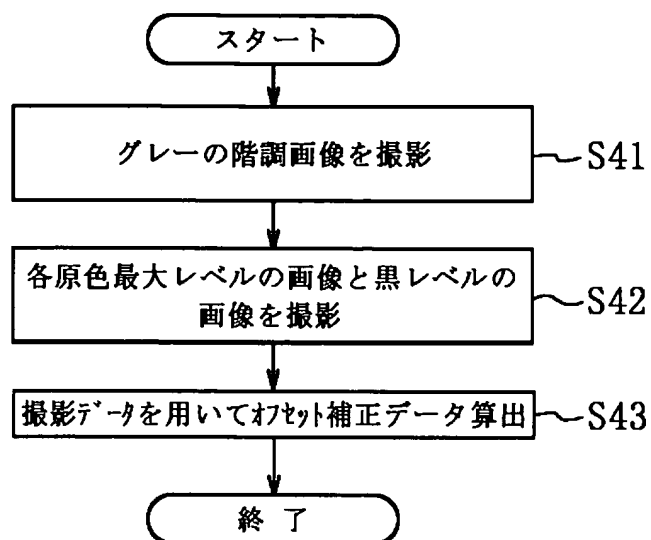
[図17]

FIG. 17



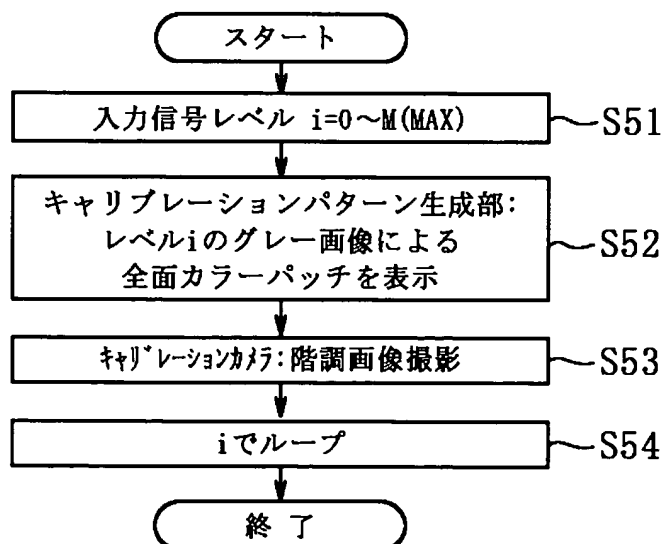
[図18]

FIG. 18



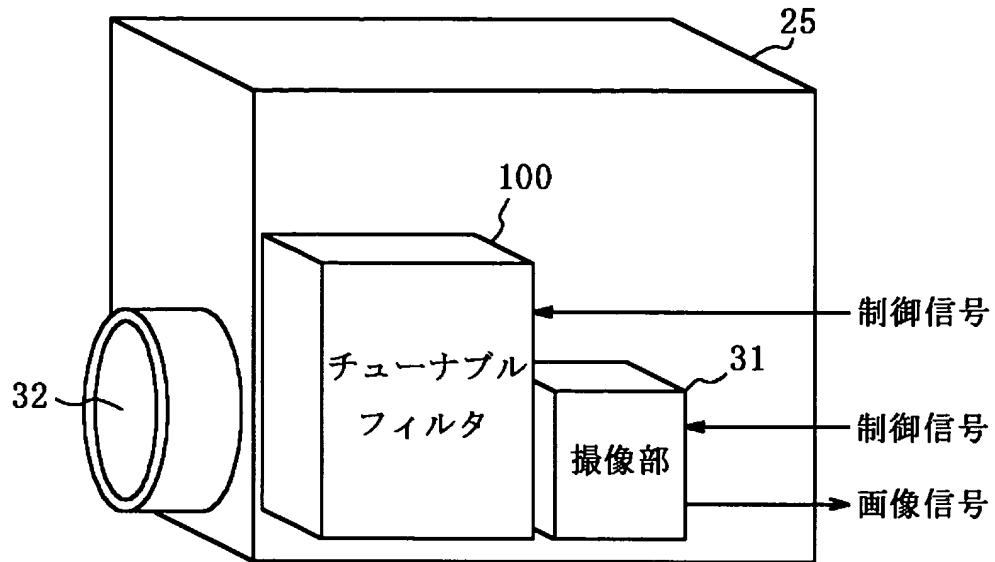
[図19]

FIG. 19



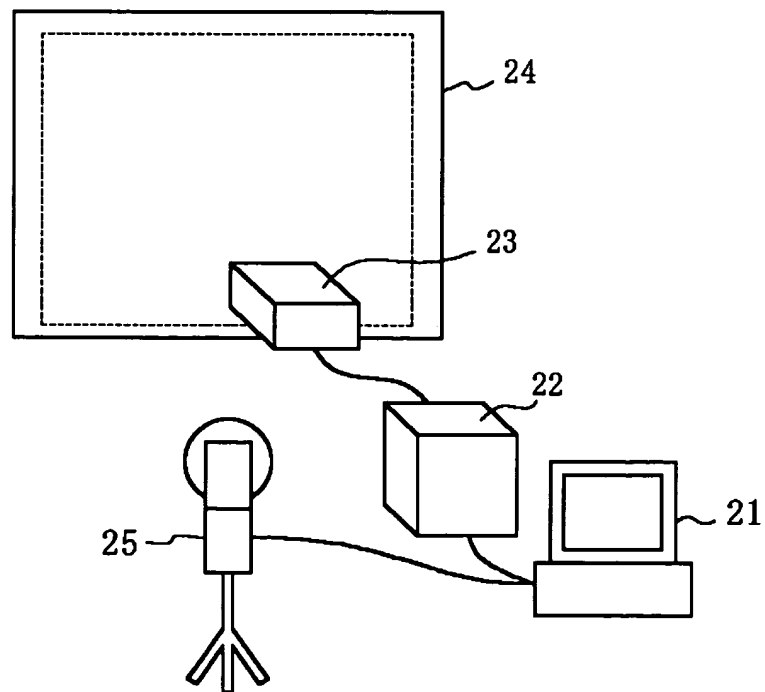
[図20]

FIG. 20



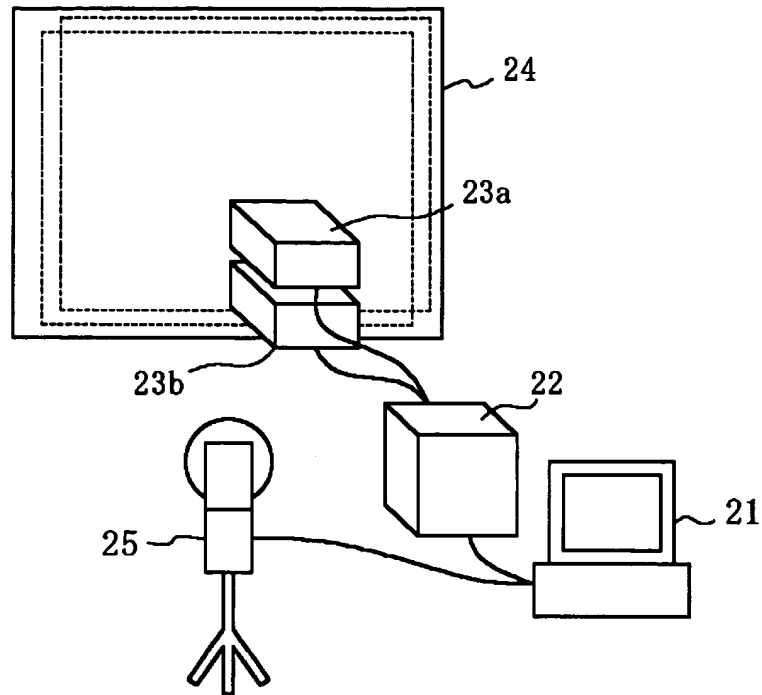
[図21]

FIG. 21



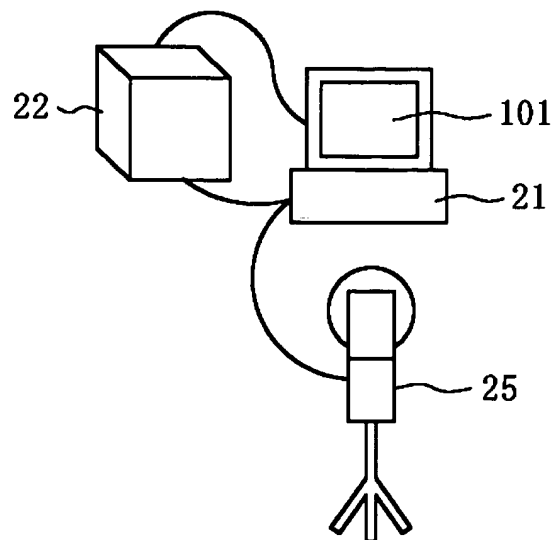
[図22]

FIG. 22



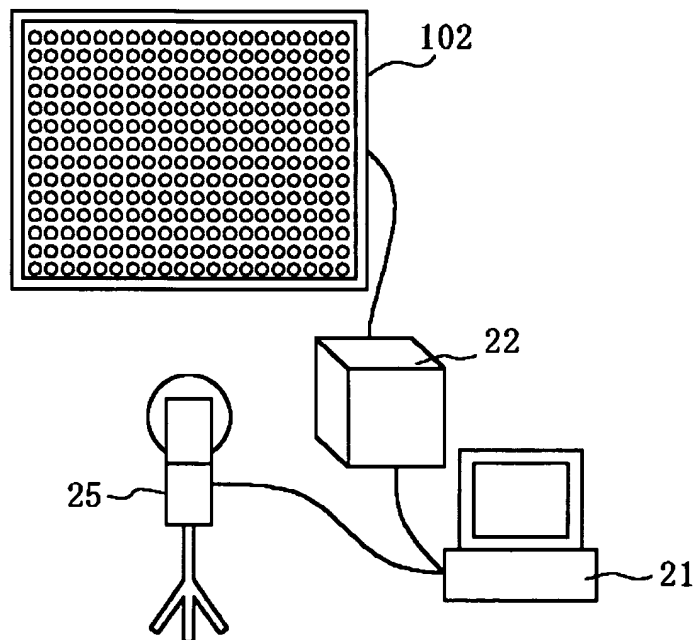
[図23]

FIG. 23



[図24]

FIG. 24



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008800

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04N9/31

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04N9/31, H04N9/73, H04N17/04, G03B21/00, G06T1/00, G06T5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004
Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-050572 A (Seiko Epson Corp.), 21 February, 2003 (21.02.03), Full text; all drawings & WO 2002/097784 A1 & US 2003-147053 A1 & CN 1465041 T & EP 1391870 A1	1-10
A	JP 2002-72359 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 12 March, 2002 (12.03.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2002-116500 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 19 April, 2002 (19.04.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 September, 2004 (21.09.04)

Date of mailing of the international search report
05 October, 2004 (05.10.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.